
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

GoogleTM books

<https://books.google.com>





Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guida per l'utilizzo

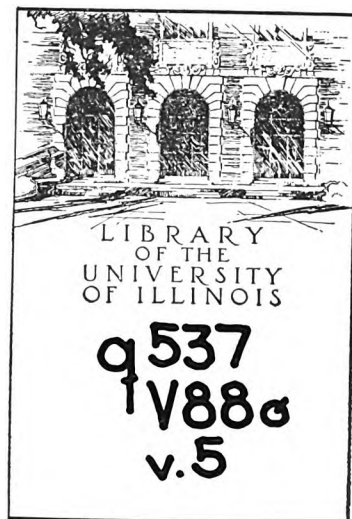
Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

- + *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.
- + *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.
- + *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.
- + *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertarti di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

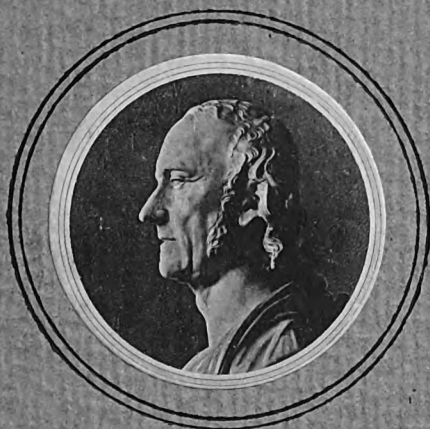
La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da <http://books.google.com>



LE OPERE
DI
ALESSANDRO VOLTA

EDIZIONE NAZIONALE

VOLUME QUINTO



ULRICO HOEPLI
EDITORE-LIBRAIO DELLA REAL CASA
MILANO
—
1928

LE OPERE
DI
ALESSANDRO VOLTA

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS



ALESSANDRO VOLTA.

Monumento scolpito da Pompeo Marchesi, inaugurato in Como il 15 agosto 1836.

LE OPERE
DI
ALESSANDRO VOLTA

EDIZIONE NAZIONALE

SOTTO GLI AUSPICI

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

E DEL REALE ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE

VOLUME QUINTO



ULRICO HOEPLI
EDITORE-LIBRAIO DELLA REAL CASA
MILANO

—
1928

—
PROPRIETÀ LETTERARIA
—

MILANO — TIPOGRAFIA CAV. UMBERTO ALLEGRETTI DI SERAFINO ALLEGRETTI — VIA ORTI, 2.

q537
V880
v.5

COMMISSIONE DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI E DEL REALE ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE PER L'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA.

Il PRESIDENTE della R. Accademia dei Lincei

Il PRESIDENTE del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere

Prof. FRANCESCO GRASSI, del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere

Prof. GINO LORIA, della R. Accademia dei Lincei

On. Prof. Deputato GIACINTO MOTTA, del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere

Prof. ALFREDO POCHETTINO, della R. Accademia delle Scienze di Torino

On. Prof. Senatore MICHELE SCHERILLO, del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere

Prof. CARLO SOMIGLIANA, della R. Accademia dei Lincei

Prof. LUIGI VOLTA, del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere

On. Prof. Senatore VITO VOLTERRA, della R. Accademia dei Lincei

Questo Volume fu ordinato e curato dal Prof. FRANCESCO MASSARDI.

636869

Digitized by Google

A V V E R T E N Z E.

Per contraddistinguere i manoscritti del Cartellario Voltiano posseduto dal R. Istituto Lombardo di scienze e lettere in Milano, all'abbreviazione Cart. Volt. si fa seguire una lettera dell'alfabeto maiuscolo per indicare la classe (vedi classificazione dichiarata nella prefazione al 1° volume: « Al lettore ») ed un numero per contraddistinguere il manoscritto nella classe stessa. Qualche volta fu adottata una successiva suddivisione, a mezzo delle lettere dell'alfabeto greco, dei manoscritti raccolti sotto uno stesso numero.

Le abbreviazioni in grassetto, che compaiono sotto il titolo « Fonti » nel frontispizio dei singoli numeri del volume, stanno ad indicare tra le varie fonti edite o manoscritte, quelle che furono scelte per la stampa.

Tra le varie fonti stampate si diede, sempre che fu possibile, la preferenza a quella notoriamente o probabilmente curata dal Volta o tratta da suoi manoscritti, come avvenne delle sue pubblicazioni all'estero.

Nei riguardi delle correzioni venne curato fin dove fu possibile il confronto coi manoscritti voltiani, e rispettate sempre le grafie delle fonti.

Le annotazioni della Commissione sono stampate sempre entro riquadratura nei frontispizi, oppure in carattere corsivo a piedi pagina, od in Note ed Aggiunte alla fine dei singoli numeri.

Ad evitare un equivoco al quale può indurre una citazione erroneamente fatta in carattere grassetto e riguardante la fonte usata nella pubblicazione della « Dissertazione sulla grandine » (N. XCIX, pg. 421), si avverte che in proposito la fonte usata fu quella manoscritta « Cart. Volt. K 23 », e non quella stampata « Mem. Ist. Naz. Ital. ».

AL LETTORE

QUESTO quinto volume delle Opere di Alessandro Volta contiene gli studi di meteorologia specialmente elettrica, i quali costituirono come un campo di assaggio teorico e pratico delle ricerche voltiane di elettrostatica e di elettrometria in particolare; ad esse si collegano strettamente, traendone applicazioni frequenti, portandovi l'ispirazione di ulteriori progressi. Nel terzo volume incontriamo infatti accenni di meteorologia elettrica a proposito dell'elettroforo, delle atmosfere elettriche e del condensatore, mentre per contrapposto in questo volume seguiamo indagini elettrometriche connesse con quelle svolte nella prima parte del quarto volume.

Il nucleo del presente è costituito dai due gruppi, editi entrambi, delle lettere al Lichtenberg, fra i quali un'altra se ne pubblica al N° XC, che non fu spedita e che rimase inedita, assai notevole per la sintesi che vi è tracciata di quasi tutti gli argomenti trattati nel secondo gruppo ed in memorie, lettere e discorsi successivi del Volta, per circa un trentennio. Basti il citare tra quest'ultimi la celebre memoria sulla grandine e la lettera al Configliachi sul periodo dei temporali, ambedue accolte in questo volume.

Nelle lettere al Lichtenberg si discorre anzitutto degli accorgimenti elettroscopici (fra cui l'impiego della fiamma come collettore) atti a rivelare e di quelli elettrometrici atti a misurare l'*elettricità naturale*, come il Volta la chiamava; di essa si trova e si dimostra sperimentalmente l'origine nell'evaporazione, se ne cercano e se ne discutono le manifestazioni e l'influenza nei temporali, nella pioggia, nella grandine. Attorno a questo nucleo sono raccolti altri lavori, in parte inediti o stampati una sol volta e in modo frammentario, nei quali, oltre a parecchi degli argomenti ora citati, altri e vari se ne trattano: l'applicazione dell'elettrometro all'igrometria, i parafulmini, gli osservatori meteorologici e, infine, fenomeni geofisici od astronomici, discussi

alla luce delle teorie elettriche dell'Autore, come: stelle cadenti e bolidi, aurore boreali, terremoti.

Il ritmo con cui si succedono gli ultimi volumi dell'Edizione nazionale si è accelerato: la parte relativa alle arie, alla chimica, al calore, agli studi su l'uniforme dilatazione dell'aria per ogni grado di temperatura e sulle tensioni dei vapori saturi, che ne chiuderà la serie scientifica, è già da tempo consegnata in tipografia.

Se il campo di studio si è fatto sempre più ristretto man mano che il lavoro procedeva, facilitando così quello che restava a compiersi, se l'anno centenario fu una nobile spinta ad affrettarci verso la meta, il merito principale del rapido concludersi dell'opera va pur sempre al Prof. Massardi, infaticabile e valentissimo curatore dell'edizione stessa. Grande perciò è la nostra riconoscenza verso il Governo Nazionale, che ci ha concessa intiera l'attività del prezioso collaboratore.

LA COMMISSIONE PER L'EDIZIONE NAZIONALE
DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA.

INDICE DEL VOLUME V

COMMISSIONE PER L'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA	Pag.	v
AVVERTENZE	»	VII
AL LETTORE	»	IX
INDICE DEL VOLUME	»	XI
INDICE DELLE TAVOLE	»	XIV
INDICE DELLE FIGURE	»	ivi
ABBREVIAZIONI	»	xv

Posteriore al 1777.

LXXXVII. SULL'EFFICACIA DI UN SISTEMA DI PARAFULMINI APPLICATI AL PA- LAZZO COMUNALE DI SIENA	»	1
---	---	---

1786, 28 settembre.

LXXXVIII. LETTERA SULL'INAMISSIBILITÀ DELL'ORIGINE ELETTRICA DELLE STELLE CADENTI E DEI BOLIDI	»	7
--	---	---

LXXXIX. PRIMO GRUPPO DI LETTERE DI ALESSANDRO VOLTA AL PROF. G. C. LICHTENBERG DELL'UNIVERSITÀ DI GOTTINGA SULLA METEORO- LOGIA ELETTRICA:		
---	--	--

1787, 28 luglio, 27 agosto - 1788, gennaio, febbraio.

(A) LETTERA PRIMA	»	29
-----------------------------	---	----

1787, 28 luglio - 1788, marzo, aprile.

(B) LETTERA SECONDA	»	73
-------------------------------	---	----

1787, 5 agosto - 1788, maggio, giugno.

(C) LETTERA TERZA	»	109
-----------------------------	---	-----

1787, 13 agosto - 1788, settembre, ottobre.

(D) LETTERA QUARTA	»	133
------------------------------	---	-----

1787, 20 agosto - 1788, novembre, dicembre.

(E) LETTERA QUINTA	»	163
------------------------------	---	-----

1787, 27 agosto - 1789, gennaio, febbraio.

(F) LETTERA SESTA	»	171
-----------------------------	---	-----

1787, ...		
XO.	LETTERA AL LICHTENBERG IN CONTINUAZIONE AL PRIMO GRUPPO DI LETTERE SULLA METEOROLOGIA ELETTRICA	Pag. 191
1789, 23 luglio.		
XOI.	LETTERA A MARTINO VAN MARUM	» 229
XOII.	SECONDO GRUPPO DI LETTERE DI ALESSANDRO VOLTA AL PROF. G. C. LICHTENBERG DELL' UNIVERSITÀ DI GOTTINGA SULLA ME- TEOROLOGIA ELETTRICA:	
1789, maggio, giugno.		
(A)	LETTERA SETTIMA	» 239
1789, luglio, agosto.		
(B)	ADDIZIONE ALLA LETTERA SETTIMA	» 251
1789, settembre, ottobre.		
(C)	LETTERA OTTAVA	» 269
1790, marzo, aprile.		
(D)	LETTERA NONA	» 281
1790, ...		
XOIII.	DELLA MANIERA DI FAR SERVIRE L'ELETTROMETRO ATMOSFERICO PORTATILE ALL'USO DI UN IGROMETRO SENSIBILISSIMO. MEMORIA IN CUI SI RISCHIAIANO MOLTE COSE INTORNO AL TRASCORRIMENTO DEL FLUIDO ELETTRICO NE' CONDUTTORI IMPERFETTI	» 309
XOIV.	LETTERE DI ALESSANDRO VOLTA AL DOTT. PIETRO BONDIOLI SUL- L'AURORA BOREALE:	
1791, ...		
(A)	LETTERA PRIMA	» 337
1791, ...		
(B)	LETTERA SECONDA	» 347
XOV.	OSSERVATORIO - STRUMENTI ED OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE:	
1791, 23 agosto.		
(A)	PROSPETTO DI UN COMPITO OSSERVATORIO METEOROLOGICO CHE RASSEGNA AL REGIO DUCAL MAGISTRATO POLITICO CAMERALE IL PROFES. DI FISICA PARTICOLARE E SPERIMENTALE ALESSANDRO VOLTA	» 359
1793, 4 giugno.		
(B)	DISCORSO SUGLI ISTRUMENTI METEOROLOGICI E MANIERA DI FARE LE OSSERVAZIONI GIORNALIERE - RECITATO NELL'AULA DEL- L'UNIVERSITÀ IL GIORNO 4 GIUGNO 1793 PER LA PROMOZIONE DI QUATTRO AGRIMENSORI	» 371
1794, 15 maggio.		
(C)	2° DISCORSO SUGLI ISTRUMENTI METEOROLOGICI SULLA MANIERA DI FARE REGOLARMENTE LE OSSERVAZIONI E FORMARE UN COM- PITO GIORNALE - RECITATO NELL'AULA DELL' UNIVERSITÀ IL GIORNO 15 MAGGIO 1794 PER LA PROMOZIONE DI DUE INGEGNERI ED UN AGRIMENSORE	» 375
XOVI.	CENNI SULL'ORIGINE SULLA TEORIA E SULLA PRATICA APPLICAZIONE DE' CONDUTTORI FRANKLINIANI OSSIA PARAFULMINI	» 391

1802, 1 ^o giugno.		
XCVII.	SULLA NATURA DEI TERREMOTI	Pag. 405
1804, ...		
XCVIII.	LETTERA AD UNO SCIENZIATO NON NOMINATO	» 413
1806, ...		
XCIX.	DISSERTAZIONE SULLA GRANDINE DI ALESSANDRO VOLTA — MEMORIA DIVISA IN TRE PARTI	» 421
1807, ...		
C.	MINUTA DI UNA LETTERA A FRANCESCO TORRICENI RIGUARDANTE UN PARAFULMINE ERETTO IN BRESCIA	» 463
CI.	DISCORSO RECITATO NELL'AULA DELL'UNIVERSITÀ, LI 12 GIUGNO 1790 SULLE STELLE CADENTI ED ALTRI FENOMENI CHE MALAMENTE E A FORZA SI VOGLIONO TIRARE ALL'ELETTRICITÀ — RIPRODOTTO CON MUTAZIONI ED AGGIUNTE NELLA PUBBLICA SESSIONE DELL'ISTITUTO ITALIANO TENUTASI LI 30 XBRE 1812	» 471
1787-1817.		
CII.	SUL PERIODO DE' TEMPORALI E SUL VENTO FREDDISSIMO ED ISTRAORDINARIAMENTE SECCO CHE SI FA SENTIRE MOLTE ORE DOPO A QUELLI CHE SCARICARONO GRANDINE — LETTERA I. DEL SIG. CONTE ALESSANDRO VOLTA DIRETTORE DELLA FACOLTÀ FILOSOFICA DELLA R. C. UNIVERSITÀ DI PAVIA AL SIG. P. CONFIGLIACHI PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE NELL'UNIVERSITÀ MEDESIMA	» 493
1823, 8 luglio.		
CIII.	RISPOSTA DEL SIG. CONTE VOLTA AL SIG. MARZARI, PRESIDENTE DELL'ATENEIO DI TREVISO RELATIVA AI COSIDETTI PARAGRANDINI	» 505

INDICE DELLE TAVOLE.

I.	ALESSANDRO VOLTA (Monumento in Como).	Frontispizio
II.	Elettrometro di CAVALLO ed elettrometri a paglie	Pag. 40-41
III.	Elettrometri e bilancia per determinazioni elettrometriche	» 80-81
IV.	Elettrometro atmosferico portatile ed a lanterna	» 128-129
V.	Facsimile di Mns. voltiano; da Cart. Volt. E 11	» 144-145
VI.	Apparato per lo studio dello svolgimento dell'elettricità nell'evaporazione, e altro apparato illustrante l'ipotesi della formazione della grandine nei temporali	» 192-193
VII.	Facsimile di Mns. voltiano; da Cart. Volt. I 36	» 208-209
VIII.	Altro facsimile di Mns. voltiano; da Cart. Volt. I 36	» 208-209

(Queste tavole furono eseguite nello stabilimento « Arti Grafiche A. Rizzoli e C. », Milano).

INDICE DELLE FIGURE.

Figure tratte dai manoscritti voltiani	Pag. 72, 442
Profilo di un apparato destinato a dimostrare lo svolgimento dei segni elettrici nell'evaporazione	» 189
Figure tolte da Bosscha Corr., pag. 49	» 233

(Queste incisioni furono eseguite nello stabilimento « Unione Zincografi », Milano).

ABBREVIAZIONI

Per le fonti stampate:

- | | |
|----------------------------------|--|
| <i>Am. Op. Sc.</i> | — « Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti », raccolti dall'ab. Carlo Amoretti. Milano. |
| <i>Am. Sc. di Op.</i> | — « Scelta di opuscoli interessanti », raccolti dall'ab. Carlo Amoretti. Milano: I edizione in 12°; II edizione in 4°. |
| <i>Ann. de Ch.</i> | — « Annales de chimie ». Paris. |
| <i>Ann. der Physik</i> | — « Annalen der Physik ». Halle, 1799-1826. |
| <i>Ant. Coll.</i> | — « Collezione delle opere del cav. conte Alessandro Volta patrizio comasco », edita da Vincenzo Antinori. Tomi 3 in 5 parti. Firenze, nella stamperia di Guglielmo Piatti, 1816. |
| <i>Att. R. Acc. Torino</i> | — « Atti della Reale Accademia delle Scienze ». Torino. |
| <i>Att. R. Ist. Lomb. Milano</i> | — « Atti del Reale Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti ». Milano. |
| <i>Bar. Saggio</i> | — « Saggio di naturali osservazioni sull'elettricità voltiana, colla descrizione di una seconda macchina a corona di persone e di un piliere tutto vegetabile », del dott. Giuseppe Baronio. Milano, presso Pirotta e Maspero, 1806. |
| <i>Biad. A. Volta</i> | — « Alessandro Volta ai veronesi Pietro Cossali e A. M. Lorgna ». Lettere pubblicate da Giuseppe Biadego. Verona, tip. G. Franchini, 1899. |
| <i>Bib. Brit.</i> | — « Bibliothèque britannique des sciences et des arts ». Genève. |
| <i>Bosscha Corr.</i> | — « La correspondance de A. Volta et M. van Marum », publiée par J. Bosscha Secrétaire de la Société Hollandaise des sciences. Leiden, 1905. A. W. Sijthoff. |
| <i>Br. Ann.</i> | — « Annali di chimica e storia naturale », di Luigi Brugnatelli. Pavia. |
| <i>Br. Bibl.</i> | — « Biblioteca fisica d'Europa », di Luigi Brugnatelli. Pavia. |
| <i>Br. Giorn.</i> | — « Giornale fisico medico per servire di seguito alla Biblioteca fisica d'Europa », di Luigi Brugnatelli. Pavia. |
| <i>Br. Giorn. Fis.</i> | — « Giornale di fisica, chimica e storia naturale », di Luigi Brugnatelli. Pavia. |
| <i>Cant. Disc.</i> | — « La mente di Alessandro Volta », discorso del prof. comm. Giovanni Cantoni. In « Onoranze ad Alessandro Volta ». Pavia, succ. Bizzoni, 1878. |
| <i>Comm. Lips.</i> | — « Commentarii de rebus in scientia naturali et in medicina gestis ». Lipsia. |
| <i>Delam. Jour.</i> | — « Journal de physique, de chimie, d'histoire naturelle, et des arts », par J. Cl. De la Méthérie. Paris, chez I. I. Fuchs. |

- Delf. Riv.* — « Lettera di Alessandro Volta ad Orazio Delfico », pubblicata dal sen. march. Traiano Delfico De-Filippis, conte di Longano, in « Rivista abruzzese di scienze e lettere diretta da O. Albi, E. Cerutti, F. Occella, V. Savorini ». Anno II. fasc. 2, febbraio. Teramo, tip. del « Corriere abruzzese », 1887.
- Französ. Ann. Gren.* — « Französischen Annalen für die Naturgeschichte ». Hamburg. — « Journal » e « Neues Journal der Physik », del prof. dott. Fed. Alb. Carlo Gren di Halle. Halle e Lipsia, 1790-1794.
- Mem. Ist. Naz. Ital. Mem. Ver.* — « Memorie dell'Istituto Nazionale Italiano ». Bologna, 1806. — « Memorie di Matematica e Fisica della Società Italiana ». Verona, tip. Dionigi Ramanzini.
- Mocch.* — « Elogio del conte Alessandro Volta patrizio comasco », di Francesco Mocchetti. Como, presso i figli di Carlantonio Ostinelli, 1833.
- Mons. Jour. Mont.* — « Journal de chimie et de physique », di Van Mons. Bruxelles. — « Lettere inedite di Alessandro Volta », date in luce da Giuseppe Ignazio Montanari. Pesaro, dalla tip. Nobili, 1834.
- N. Cim.* — « Il Nuovo Cimento, Giornale di fisica, chimica e storia naturale ». Pisa.
- Nich. Journ.* — « Journal of natural philosophy, chemistry, and the arts », by W. Nicholson. London.
- Phil. Tr. Ricc.* — « Philosophical Transaction of the Royal Society ». Londra. — « Alcune lettere inedite di Alessandro Volta », pubblicate dal prof. Pietro Riccardi. Bologna, tip. Zanichelli, 1876.
- Roz. Obs.* — « Observations sur la physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts », par l'abbé Rozier. Paris.
- Trad. ted. Mayer. Prag. 1793.* — Traduzione tedesca delle Memorie sull'Elettricità animale contenuta in: « Schriften über d. thierische Electricität, aus d. Ital. von Mayer. 8. — Prag. — J. Calve (1793) ».
- Voltiana.* — « Voltiana »: nel primo centenario della pila. Contributo del R. Liceo-Ginnasio alle onoranze a Volta. Como, 1899.
- Z. Volta. Cart. « Il Rosmini ».* — « Carteggio di Alessandro Volta col can. Giovanni Francesco Fromond », pubblicato da Zanino Volta nel periodico: « Il Rosmini, enciclopedia di scienze e lettere ». Vol. I, n. 9. fasc. 1, maggio. Milano. Edit. Ulrico Hoepli, 1878.

Per le fonti manoscritte:

- Acc. Sc. Torino.* — Biblioteca della R. Accademia delle Scienze di Torino.
- A. S. M.* — Archivio di Stato in Milano.
- Bibl. di S. M. il Re. Torino* — Biblioteca di Sua Maestà il Re, in Torino.
- Cart. Volt.* — Cartellario Voltiano posseduto dal R. Istituto Lombardo di scienze e lettere in Milano.
- Cart. Volt. cop.* — Cartellario Voltiano posseduto dal R. Istituto Lombardo di scienze e lettere in Milano; copie.
- Cart. Volt. fot.* — Idem.; fotografie.
- Coll. Volt. Zan. V.* — Collezione Voltiana di Zanino Volta.
- Fam. V.* — Famiglia Volta.
- Ginevra, Bibl. Univ.* — Bibliothèque publique et universitaire. Genève.
- Ginevra, Bibl. Univ. Mns. Sen.* — Bibliothèque publique et universitaire. Genève. Manoscritti di Jean Senebier.
- Harlem. Soc. Holl. Sc.* — Société hollandaise des sciences. Harlem.
- Londra, Roy. Soc.* — Royal Society. London.

LXXXVII.

SULL'EFFICACIA DI UN SISTEMA DI PARAFULMINI APPLICATO AL PALAZZO COMUNALE DI SIENA

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **L 4.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: dal contesto risulta posteriore al 1777.

L 4: è un foglio senza data, con due fitte pagine autografe.

Non si può dire che il Conduttore posto sulla torre del palazzo pubblico di Siena non rechi alcun vantaggio, subito che si è veduto una volta il fulmine dare nella punta del conduttore medesimo, che ha fusa, e giù per esso discendere fino a terra senza produrre danno di sorta, come accadde nel 1777. Ciò mostra per lo meno che i fulmini scagliati dalla nuvola al luogo dov'è la punta riescono innocui; e vuol dire che trovandosi detta punta sulla parte più eminente, che nessuno negherà essere assai più soggetta d'ogni altra parte a' colpi di fulmine, vien preservata la fabbrica da' danni nella maggior parte dei casi.

Così è: un sol conduttore eretto sulla sommità di un edificio (e continuato come si deve fino a terra, dove ha ad impiantarsi assai profondamente finchè trovi o una vena d'acqua o umidità molta) preserva dai danni del fulmine l'edificio medesimo nella maggior parte dei casi, ma non in tutti, se quello è niente niente grande; perchè de' fulmini se ne possono scagliare non solo sulla cima, ma anche contro i lati al disotto della punta. Gli è vero che inclinando dippiù il torrente fulmineo al conduttore che gli apre più facile strada, piega verso di lui, e si dirige massimamente alla sua punta, ogni qual volta può farlo; ma non lo può sempre; e sarebbe troppo pretendere che abbia per gettarsi in detta punta a deviare di un lunghissimo tratto: devierà di 30. 40. 60. piedi e più forse, ma non di molte centinaia. Or se un ramo di nuvolone penzolo discenda allato di un edificio fin verso terra, come succede alcune volte, potrà scoppiare il fulmine in tal sito basso che è lontano dalla punta più del tratto a cui s'estende la sua forza attraente. Simile deve essere stato il caso della torre di Siena. Il fulmine infatti, come nota la lettera, colpì non già la cima della torre, ma la cappella assai più bassa, ch'è contigua ad una muraglia della medesima.

Egli è per questa ragione che si raccomanda tanto dagli'esperti elettricisti di moltiplicare le spranghe puntute sopra li vasti edificj, e di fare che si presentino a tutte le diverse direzioni che può prendere il fulmine. Trat-

tandosi di una casa o chiesa ce ne vorrà una almeno per angolo, nè fia inutile che alla punta verticale se ne trovino annesse delle altre in posizione orizzontale: trattandosi di un'alta torre oltre la spranga sulla sommità io porrei un'altra punta almeno per ciascun lato verso la metà dell'altezza. Nè però è necessario che ogni spranga che si erige sia prolungata abbasso fino a terra, che sarebbe troppa spesa e troppo imbarazzo: basta connetterle in maniera che comunichin tutte con un capace conduttore, o due al più, i quali vadano a terminare in un pozzo d'acqua, o s'impiantino ben a fondo nella terra umida, come si è detto. Le altre attenzioni si riducono a fare che siano tali conduttori perfettamente continui, le connessioni de' varj pezzi ben fatte, e di sufficiente grossezza non solo quello che si prolunga fino a terra, ma i fili pur anche per cui mettono ad esso tutte le punte di cui è armato l'edificio.

Abbiain detto che per 60. piedi e più la punta di un conduttore ben disposto ed elevato può far deviare da qualunque altro sentiero il torrente fulmineo tirandolo sopra di sè. Nè già osta l'osservazione che nel recente caso di Siena si sia trovata una rottura a 15. piedi solamente dal conduttore. Si tratta qui della distanza dalla punta (per sapere es. gr. quante ne vadan messe per sicurezza di un edificio), non della distanza da qualunque parte del conduttore. Ma se si trattasse anche di questa, cioè per quanti piedi all'intorno possa qualunque parte del filo conduttore estendere la virtù di determinare sopra di sè la scarica del fulmine, che mai significa che nel caso di cui ora trattiamo una rottura si truovi fatta a 16. soli piedi da lui? Bisognerebbe assicurarsi che è quello il luogo immediatamente colpito dal fulmine per concludere, che non s'estende neppure a 15. piedi la virtù deviatrice di esso conduttore. Ma è chiaro dalla descrizione, che caduto il fulmine su d'altra parte assai più lontana, è progredito, lasciando in varj luoghi rotture ed altri guasti, fin là vicino al conduttore, nel quale da ultimo si sarà gettato senza offenderlo in alcun modo, come attesta la descrizione medesima, o senza recare più altro danno.

A ripigliar le cose, e dir tutto in breve, il fulmine imboccato che abbia il canale di un conduttore metallico di sufficiente capacità e continuato fin sotto terra, vien portato laggiuso senza danno alcuno. La materia fulminea inoltre tende a imboccar quello, massime per la via della punta, piuttosto che prendere altra strada; la qual tendenza però può ben farlo deviare d'un buon tratto, ma non quanto si è creduto, e si crede forse ancora da alcuni. Si tratta dunque per ottenere una piena sicurezza di erigere un numero sufficiente di punte metalliche, sicchè non possa il fulmine per alcun caso schivarle tutte, ma debba di necessità piegare a questa o a quella. Ciò dico per una piena sicurezza; ma ove trovisi anche un sol buono conduttore con una sol punta, sarà sempre di gran vantaggio, meglio certo che se non ve ne avesse alcuno, e massime se tale punta si truovi elevata sulla sommità dell'edificio,

per la ragione che determinerà sopra di sè, se non tutti i fulmini che possono gettarsi sull'edificio medesimo, quelli almeno (e sono i più) che verrebbero a colpire immediatamente la stessa sommità e le parti vicine, e li condurrà innocuamente fino a disperdersi nella terra.

Lasciamo di parlare del vantaggio, che risulta anche da un sol conduttore elevato ed acuto dallo scaricare che esso fa poco a poco le nuvole soprincumbenti della materia fulminea di cui son gravide, perchè questo non è l'oggetto primario, e perchè si è forse troppo esagerata tale virtù, non essendo vari i casi di fulmini caduti con iscoppio negli stessi conduttori, che ne han fusa la punta ecc. Egli è però più che probabile che in maggior numero ne sarebber caduti sugli edificj medesimi senza tale armatura. Ma o si creda questo o non si creda dai contradditori, quello che non si negherà neppure da essi è che di quelli o pochi o molti fulmini che sarebbero caduti su cotali edificj non armati, nessun forse avrebbe lasciato di cagionarvi de' danni più o men grandi, quando quelli caduti sopra i conduttori sono stati portati a terra senza il minimo danno, eccetto alcuni pochi casi, ne' quali si è anche riconosciuta manifestamente la cattiva costruzione de' conduttori.

LXXXVIII.

LETTERA

SULL'INAMMISSIBILITÀ DELL'ORIGINE ELETTRICA
DELLE STELLE CADENTI E DEI BOLIDI

Como, 28 Settembre 1786.

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **E 10**; K 9.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: da Cart. Volt. E 10.

E 10: è una minuta autografa, in 12 grandi pagine, di una lettera del V. a persona non nominata: il destinatario di questa lettera risulterebbe essere il Vassalli, autore di una « *Memoria sopra il bolide degli 11 Settembre 1784 e sopra i globi di fuoco in generale* » (Torino, 1786). Ciò si desume dal fatto che in E 10 il V. discute le idee esposte dal Vassalli nella precitata memoria. La prima e l'ultima parte di E 10 costituiscono pure il corpo di un discorso (Cart. Volt. K 9), recitato il 12 giugno 1790 nell'Aula dell'Università di Pavia: questo discorso vien citato e richiamato, colle considerazioni che lo riguardano, al N° XCIV (A) ed al N° CI di questo Volume.

Cart. Volt. E 10.

III.^{mo} Sig.^{re} Sig. P.^{ron} Col.^{mo}

A Como, mia Patria, ove soglio passare le vacanze, mi è pervenuto, non ha molto, il libretto di V. S. III.^{ma} sopra i *Bolidi* accompagnato da una gentilissima sua de' 18. passato Luglio. Lessi con molto piacere l'operetta, in cui sono raccolte tutte quelle osservazioni, che possono in qualche maniera favorire l'opinione sua prediletta dell'Elettricismo considerato qual unica causa efficiente di simili fenomeni; e ho ammirato la sagacità, con cui Ella ha saputo tirar fuori alcune notabili circostanze, e farle quadrare col suo disegno. Con tutto questo le dirò schiettamente, che non è giunta ancora a tirarmi dalla sua parte. Fin quando il celebre Padre BECCARIA si argomentò di attribuire all'elettricità della rugiada le *Stelle cadenti*, mi sorsero in capo de' dubbj e delle obbiezioni forti, che, in luogo di dissiparsi, crebbero in seguito, a misura che posi più attenzione ad osservare un fenomeno cotanto frequente, e che m'applicai d'altra parte a indagare più dappresso l'indole del fluido elettrico, le sue funzioni, e le leggi costanti che siegue in tutti i suoi varj andamenti.

Primieramente io non ho mai saputo conciliare la pacatezza e il lento trascorrere di queste innocue fiammelle, che chiamiamo Stelle cadenti, nella bassa regione dell'Atmosfera, ove sovente ci vengono osservate, e dove l'aria è sufficientemente densa, colla rapidità e impeto del fluido elettrico, che passa sempre qual folgore o baleno, e spezza l'aria frapposta, ogni qualvolta si scarica in dose, o con forza tale da render luminoso il suo tragitto: giacchè non si tratta quì di una lenta e tranquilla diffusione del fluido elettrico nell'aria, che se ne va poco a poco impregnando; nel qual caso non riluce in alcuna maniera: si tratta di quando riluce; e allora io dico, che, nelle nostre esperienze almeno, non si è veduto giammai rilucere e moversi alla foggia delle Stelle cadenti.

Così è: queste come fiaccolette striscianti niente rassomigliano per la

forma e per l'andamento loro nè ai pennoncelli elettrici, nè alle scintille vivide, fragorose, guizzanti, come chiunque ha qualche pratica delle comuni elettriche sperienze dovrà confessare. Saran dunque i partigiani dell'Elettricità, i quali sostengono ch'essa tutto fa, tutto opera, ridotti a dire esser un moto del fluido elettrico del tutto singolare, e a noi non conosciuto quello delle Stelle cadenti, occasionato, com'Ella col suo immortale maestro sembra presumere, dallo stato particolare, in cui si truova l'aria serotina, pregna di vapori rugiadosi, per entro alla quale ha il nostro fluido elettrico a tragittare: saran ridotti così ad ascrivere a cotesto fluido nuovi caratteri, e nuove straordinarie funzioni, estranee all'indole sua conosciuta, per non dire incompatibili. Questo non è gran cosa per quei che volendo far fare miracoli all'Elettricità, la modificano a loro talento in mille guise. Per me, che son poco inclinato a creder ogni sorta di miracoli, e giudico della virtù di un agente da quel che vedo de' suoi effetti, queste pretese modificazioni del fluido elettrico, per cui opera diversamente da quello che operar suole in tutte le nostre sperienze di Elettricità, diventano affatto incredibili, e le riguardo siccome novità speciose e immaginazioni, da non ammettersi finchè migliori prove non si producano. Così, secondo me, è una pura immaginazione, un supposto, che non ha peranche fondamento alcuno, quello, che l'aria pregna di vapori induca tal modificazione nell'elettricità, onde portisi il fluido elettrico a discorrere quà e là nell'atmosfera in forma e in figura di Stelle cadenti; in tempo che non si è mai potuto riuscire a produr nulla non dirò di eguale, ma che rassomigli alcun poco a coteste, lucide strisce, a forza di elettricità artificiale, con tutte le nostre macchine e i nostri apparati, nell'aria di una stanza resa a tal oggetto più o men vaporosa. Sappiamo imitare perfettamente la scintilla guizzante e abbagliante del fulmine, e gl'altri molteplici e singolari suoi effetti, col solo divario del più al meno di forza; rappresentiamo ancora assai bene ne' recipienti d'aria diradata i lampi, e le colonne tremolanti dell'Aurora boreale; e non ci riesce neppur di adombrare alcuna delle Stelle cadenti. Domandate a me la ragione di questo, dirovvi: che i fulmini son veri e proprj fenomeni elettrici; le Aurore boreali lo sono probabilmente anch'esse, o in tutto, o in parte; le Stelle cadenti nol sono in alcun modo. Domandate al Padre BECCARIA, e a que' che han preso il di lui partito e giurano ne' suoi detti, sosterranno, che lo sono anche queste; ma quali ragioni, quali prove addurranno mai per la loro sentenza? L'analogia non già che trovasi qui affatto mancante. Avran dunque ricorso a quelle loro supposte modificazioni del fluido elettrico: diranno ch'esso si comporta di una maniera tutt'affatto particolare e insolita nelle Stelle cadenti; che la forma e l'andamento che prende in quest'incontro, la funzione che vi esercita, con i sintomi che ne nascono, son dissimili cotanto dall'ordinario, che detto fluido elettrico in certo modo più non si ravvisa per desso; che non è quindi maraviglia se a noi non ci riesce per qual-

sivoglia maniera, e con qualunque artificio d'imitare i singolari effetti. Tutto questo son costretti di dire volendosi attenere all'Elettricità. Ma è facile il vedere quanto sono gratuite tali supposizioni, e che per questo titolo vogliansi rigettare ^[1]; non potrei io forse dire, che l'elett.^a così stranamente modificata non è più elettricità, come il fluido elettrico si stravisto dall'indole e dal natio suo carattere spogliato, non è più vero fluido elettrico ma altra cosa? Che però le stelle cadenti sono effetti di quest'altra cosa che non si sa e non si intende. Ma diasi anche per possibile questo maraviglioso totale cangiamento di esteriori apparenze; accordisisi al fluido elettrico coteste nuove singolari funzioni, che appena uno si può immaginare, dovrem giungere fino a concedere, ch'esso cangi d'indole e di natura a segno di non più affettare i migliori conduttori? Quante volte non vediamo le Stelle cadenti strisciare fin sopra il terreno tra pianta e pianta, e fin tralle case? Come va dunque, se altro non sono che fluido elettrico, che non si gettano in questi corpi eminenti, i quali son certo migliori conduttori dell'aria comunque vaporosa? So che il Padre BECCARIA allega uno o due casi, in cui è parso, che la Stella cadente andasse a perdersi appunto in un conduttore, ma che vale un caso o due contro mille contrarj, contro l'esperienza giornaliera, che ci fa vedere le Stelle cadenti passar dritto, e seguire il loro cammino, anche rasente i migliori conduttori, senza punto piegare, o gettarsi sopra di essi? Dopo che tanti conduttori atmosferici si sono eretti, quali unicamente a scarico delle nuvole elettriche, e a sfogo de' fulmini, il che spesse volte è accaduto anche visibilmente, quali innoltre per le osservazioni elettrico-meteorologiche, io non truovo notato ne' Giornali di tanti diligenti osservatori, che siano mai que' conduttori stati il bersaglio delle Stelle cadenti, come attesa la frequenza delle medesime avvenir dovea bene spesso, se anch'esse fossero della stessa natura del fuoco fulmineo delle nubi, cioè fuoco elettrico. Or a chi mi dicesse, che il fluido elettrico sotto la modificazione di stella cadente non è più attratto da' conduttori e dalle punte, che più volentieri scorre per l'aria, risponderei che tanto vale il dire che esso non è più fluido elettrico, e che quelle stelle non sono altrimenti fenomeni di elettricità. Invero cosa han mai di comune coi caratteri, e le proprietà di questa? Ma che saran dunque le Stelle cadenti, se non son fuoco elettrico? Io nol so dirvi. Confesso ch'è difficile secondo l'opinion comune di concepire, che si formino, e si dispongan nell'aria, massime agitata da vento (in cui son più frequenti queste meteore) delle striscie lunghe e strette, quale appunto è la forma che prendono tali fiammelle, di materie accensibili o fosforiche. Non men difficile è l'indovinare di quale specie siano cotali materie; e come spontaneamente s'accendano. Confesso, che quante volte ritorno

[1] Nel Mns. qui appaiono le seguenti parole, cancellate e sottolineate da un tratto di penna: « che risponderebbero a un dubbio ».

[Nota della Comm:].

su queste difficoltà, son richiamato alla sentenza Beccariana, e cerco con esso di tutto far fare al nostro fluido elettrico. Dirò dippiù, che la lettura dell'opere di V. S. Ill.^{ma} poco mancò che non mi convertisse alla lor setta; ma nel procinto di abbracciarla mi si riaffacciarono gli obbjetti sopra esposti, ed altri, che ancor mi tengono in bilancio; anzi mi fanno con più matura ponderazione propendere assai più dalla parte dell'opinione comune, contraria a quella del BECCARIA e sua, che nel fenomeno delle Stelle cadenti nulla vede che fuoco elettrico.

Passando ora dalle Stelle cadenti ai *Bolidi* ossia globi ignei, le dirò francamente, che questi, meno ancora di quelle, a me pare, che rassomiglino a fluido elettrico, che tragitti i vasti campi dell'aria; e avvanzerò dippiù, che quanto si scostano dalle apparenze solite, e dall'indole di tal fluido sottilissimo, attuosissimo, penetrantissimo, altrettanto sembra che si avvicinino all'indole di materie più crasse, accensibili, e portino i caratteri di una vera combustione. Ma lasciando per un momento questo confronto, su cui ritorneremo, quante difficoltà non deon presentarsi a coloro, che tutto attribuiscono al giuoco dell'elettricità atmosferica?

Si può loro domandare primieramente come concepiscono che succeda un'eruzione sì copiosa di fluido elettrico da formare que' portentosi ampj globi sfolgoranti, che son comparsi talora, e che ci vengono descritti non minori del diametro apparente della Luna, che vuol dire di sorprendente grandezza, avuto riguardo all'altezza di più miglia ch'avean da terra. Il sig. BALBO calcola quello da lui osservato a Bologna nel 1719, aver avuto di diametro 3560. piedi, come, dico, sgorghi una sì strana quantità di fluido elettrico da una nebbia rara, o da pochi nuvoli, che appena bordano l'orizzonte, e che non han punto l'aria di fulminanti? Concesso anche, che tale nebbia, e tai nuvoli, da V. S. Ill.^{ma} e da altri osservati in simili incontri, non siano mai mancati; contro ciò che trovasi notato in varie altre descrizioni, cioè che il Cielo era in tutto il tratto della direzione del globo ardente, od anche nel giro intiero dell'orizzonte perfettamente sereno.

In secondo luogo come spieghino, che si scagli sì enorme quantità di fluido elettrico pel tratto di molte centinaia di migl. attraverso l'aria per lopp più serena, anzichè scaricarsi sulla terra, che è più a portata di riceverlo. Molti fatti potrei qui addurre che metton sott'occhio, e fan toccare con mano questa difficoltà, valendomi delle descrizioni di Bolidi e simili meteore, che s'incontrano nelle opere de' Fisici, negl'Atti delle Accademie, ne' Giornali ecc. Ma poichè mi bastano alcuni di quelli, che V. S. Ill.^{ma} riferisce nella sua opera, ad essi mi appiglierò, ritenendo i medesimi suoi termini. E il primo sia quella massa di luce osservata a Bologna dal celebre MONTANARI li 31. Marzo 1676., ch'ei vide passar il Mare Adriatico, indi traversar l'Italia. Or come mai, se quel non era che un torrente di fuoco elettrico, non venne per la più corta

via a gettarsi nel mare, che offriagli il migliore sfogo? E come scappò via dritto anche sopra tante prominente terrestri, che doveano pur attirarlo ed assorbirlo? Scelgo per secondo esempio la meteora vedutasi in Inghilterra li 26. 9bre 1758., di cui ci si dà un compiuto ragguaglio nelle Transazioni Anglicane in due Memorie dal rinomatissimo Cav. PRINGLE non men grande in Fisica, che in Chimica. Egli dunque conchiuse dal confronto di tutte le osservazioni da lui diligentemente raccolte, che tal meteora si fosse accesa sopra Cambridge a 3. leghe d'altezza perpendicolare, e che sparisse in Iscozia nella provincia d'Inverness, avendo trascorsi 400. migli; e calcolò, che percorresse 10. leghe per secondo. Per terzo esempio potrei prendere il Bolide, che fu osservato a Parigi li 17. Luglio 1771., e descritto da Mr. LE ROY nelle Mem. de l'Acad. des Sc., e da Mr. DE LA LANDE in quella lettera agl'autori del Journal des Sçavants, di cui Ella ci dà un estratto nel suo libretto, ma poichè tal Bolide, come Ella stessa avverte, molto si rassomiglia a quell'altro osservato particolarmente in Piemonte e in Lombardia li 11. 7bre 1784. vedutosi ancora a Nizza, in Savoia, e in altri paesi, che fa il soggetto primario della sua bella operetta, a quest'ultima meteora mi fermo, che fu una delle più insigni, e non senza grande stupore considero l'immenso tratto valicato da cotal globo igneo; dacchè, com'Ella dalle sue e altrui osservazioni raccoglie, ebbe a percorrere un arco di ben 91. gradi, e dovette trovarsi alto da terra certo più dei migli $3\frac{3}{4}$. erroneamente calcolati come nota benissimo, negli *Opuscoli Scelti* di Milano, forse non meno dei 36 in 37. ^[1] che risultano dalla correzione di quel calcolo, e forse anche più, se invece dell'incerte relazioni sul tempo in cui si propagò il romore dello scoppio, vogliam giudicare dalla picciolissima parallassi osservata da luoghi distanti tra loro 12. migli, giusta le ricerche fatte dal cel. Sig. Abate CANONICA. In vero il viaggio di questo globo igneo, che va non a centinaja, ma a migliaia di migli, spaventa l'immaginazione per la sua grandezza non meno, che per la rapidità, con cui fu compito. Riguardo alla quale rapidità non sarò difficile a concedere, che in essa può ravvisarsi quella appunto, che è propria del fluido elettrico. Ma rapporto alla lunghezza cotanto smisurata di tragitto, quì è dove fondo una difficoltà insuperabile contro l'opinione che fosse quella luce, luce di fluido elettrico, non potendo rendersi in alcun modo ragione, come, e da chi venisse questo fluido scagliato con tanta forza da superare quell'immenso tratto d'aria, comunque rara, comunque vaporosa, sempre però resistente. E non gli si presentava una strada molto più facile, qual è quella di scendere a terra per un intervallo tanto più corto? E non è questa infatti la strada, che presceglie il fulmine? Quand'è, che lo si veda scorrere orizzontalmente a lunghi tratti, o da un am-

[1] Vedasi la « Memoria sopra il Bolide degli 11 Settembre 1784 e sopra i bolidi in generale del prete Anton Maria Vassalli », Torino, 1786, pag. 93.

[Nota della Comm.].

masso di nuvoli ad un altro separati da un ampio spazio di Ciel sereno? Se dunque il fulmine, che nessun dubita essere una vera scarica elettrica batte d'ordinario la strada dalle nuvole alla terra, o dalla terra alle nuvole, secondo che rispettivamente sovrabbonda; se i Bolidi all'incontro passeggiano più volentieri il Cielo, e affettano un tragitto orizzontale, con cui descrivono archi lunghissimi da Oriente in Occidente, o in altra direzione poco o nulla inclinata alla terra, chi potrà più sostenere in vista di tale contrarietà, che codesti Bolidi siano anch'essi, al par delle folgori, un torrente di fuoco elettrico scagliato da' luoghi ove ridonda ad altri, lontanissimi che rispettivamente ne scarseggiano?

Ella ben sentendo questa difficoltà, ricorre, per facilitare un simile tragitto, che quasi può dirsi interminabile, all'aria, che a tanta altezza trovasi molto rara, epperò assai meno coibente che nella bassa regione, e ai vapori in essa sparsi, che il fluido elettrico medesimo può raccogliere, e disporre in modo di formargli una strada conducente al termine, cui tende: e ciò in virtù di quel principio stabilito dal Padre BECCARIA dell'*inducimento sul sentiero* de' corpicelli atti a tradurre il fluido elettrico, e a promuoverne la scarica.

Io non voglio già qui punto ^{combattere} _{contrariare} un tal principio, nè ^{contendere} _{disputare} a

Lei l'applicazione di esso ai fenomeni di cui si tratta, la quale potrei forse mostrare inadeguata od insufficiente. Ma anche ammesso tutto, ritorna la primiera difficoltà: e come mai il fluido elettrico, che si suppone in copia accumulato colassù donde prende le mosse il Bolide, e che giusta le note leggi dee mirare a scaricarsi là dove gli si apra più facil via e più compiuto sfogo, induce egli i vapori su d'una linea orizzontale sterminatamente lunga, che mette da uno ad un altro campo d'aria, e non piuttosto gl'induce su d'un sentiero, che lo porti giù sulla terra tanto più vicina, tanto più deferente, e capace di assorbirlo per intiero?

Che diremo poi di quei globi ignei, che comparvero talora a molto minore altezza, e che moveano solcando l'aria con molto minore rapidità; che giunsero fino a scherzar vicino a terra, eppur non si videro piegar verso i più vicini e migliori conduttori, nè dalle piante e dalle case, che quasi lambivano, e in cui s'avvengono ed urtano talvolta seguendo diritto il loro viaggio, venir assorbiti. In verità questi che or cheti dileguansi nell'aria, or con rimbombante scoppio risolvonsi per loppù in faville, qual indizio, qual contrassegno ci diano di Elettricismo, nol veggio; nè so come si possano cotali accidenti conciliare colle note leggi dell'Elettricità. All'incontro tutti gl'indizj e i contrassegni vi scorgo di una vera combustione di sostanze infiammabili; combustione accompagnata da quegli accidenti che riscontriamo in altre infiammazioni ben note. Mi ristringerò anche quì tralla folla degli esempj, a citarne alcuno di quelli, ch'Ella medesima riporta. Comincio da quel gran

globo, che si osservò nel 1749. in mezzo dell'Oceano « poco elevato dalla superficie del mare, il quale scoppiò in faccia di un vascello alla distanza di circa 150. piedi con un'esplosione simile a quella di cento cannoni sparati nell'istesso tempo, ruppe una parte dell'albero in molti pezzi, gettò a terra cinque uomini, bruciò un altro, e sparse un intollerabile odor di solfo ». Non molto dissimile a questo era stato quell'altro accaduto li 4 Gennajo 1717. a Quesnoy, registrato nella Storia dell'Accademia R. delle Scienze, e ch'Ella riferisce dietro il Sig. DE LA LANDE ne' seguenti termini. « Essendo il tempo nuvoloso le nubi s'abbassarono in modo, che sembrava toccassero i tetti delle case: comparve allora un globo di fuoco nella nube in mezzo della piazza, che andò come un colpo di cannone a rompersi contro la torre della Chiesa, e si sciolse sopra la piazza in forma di pioggia di fuoco ». Citerò per ultimo quel Bolide, se pur tale dee dirsi, vedutosi agli 8. d'Aprile 1676 e descritto da MONTERCHIO, « il quale nel suo movimento bruciava i rami degli alberi ». A proposito di che osserverò di passaggio, che a cotesta meteora, e a simili altri fuochi, forse più acconciamente si vorrebbe dare il nome di *ambulones incendiarii*, e riferirli a quella specie singolare di fiamme, che il CORTI ha descritte in una sua curiosa e dotta operetta. Tralascio, come ho detto, molti altri esempj, che potrei addurre di Bolidi, ne' quali, egualmente che ne' già citati, si hanno tanti, e sì palpabili contrassegni di una vera combustione cioè a dire di materie infiammabili costituenti i Bolidi medesimi, che non capisco, come si possa credere altra cosa, e molto meno come si possa attribuir tutto all'Elettricità, di cui non si scorge segno nè indizio alcuno, se pur non si vogliano tirare da lungi, e a forza, passando sopra alle più gravi difficoltà.

Una gravissima, che propongo in terzo ed ultimo luogo, è questa. Supposto coi sostenitori della nuova sentenza, che il fluido elettrico sbocchi per legge d'equilibrio da un luogo dell'atmosfera, in cui sovrabbonda, e dritto tenda ad altro luogo della stessa atmosfera in cui rispettivamente scarseggia, ed ivi per ultimo termine si diffonda e si perda, non si sa intendere il perchè, nè il come tal fluido s'addensi e si conformi in globo, o tal altra figura, e così conformato e risplendente di luce per loppjù bianca, scorra con moto progressivo distintissimo, talora anche non molto rapido, i vasti campi aerei, quando della region superiore, e quando dell'inferiore, come veduto abbiamo. Una tal conformazione, e un tal andamento quanto mai sono alieni dall'indole del fluido elettrico! Ognun vede, ognun sa com'ei si comporta nel tragittar l'aria: se quello è scagliato con impeto e questa non sia molto rara, giunge a spezzarla a un colpo con scintilla, fragorosa, guizzante, abbagliante, qual'è la saetta fulminea, e quale (per parlar anche dell'elettricità artificiale) è la scintilla provocata a sufficiente distanza da un ampio conduttore vigorosamente elettrizzato: se l'aria trovasi estremamente diradata, s'avvanza per entro ad essa con ampj raggi or continui, or interrotti e ondegianti, o di

diffondersi in ampj raggi di luce tenue porporina, come sono i lampi, e i getti o lanciae rutilanti dell'Aurore boreali nell'altissima regione dell'atmosfera, e quelli, che ad imitazione noi eccitiamo ne' recipienti di vetro esausti in gran parte d'aria. E qui insistere vieppiù si potrebbe domandando ancora perchè in luogo di quel moto particolare serpentino, ossia a *zig-zag*, proprio della scintilla elettrica, che va da uno ad altro termine lontano, si veggia trapassare il Bolido con moto rettilineo uniforme fino alla meta di sua lunghissima carriera. La quale difficoltà, tranne il viaggio più corto, milita anche per le stelle cadenti, come già si è accennato: e di vero la differenza tra il filar diritto di queste, e il guizzare delle scintille elettriche, è sì marcata, che nulla più.

Dopo ciò vorrei mi si dicesse in che cosa mai somiglino cotesti globi ignei alle scariche elettriche: forse nella coda sfavillante, che traggono seco, o nella striscia lucido cenericcia, che molti si lasciano addietro? Forse nello spartirsi in altri ed altri globi minori? Forse nelle scintille che spruzzano quasi tutti, e in cui parecchi si risolvono formando una pioggia di fuoco? Forse nello stridore, e romba che menano nel loro passaggio; e nel terribile scoppio, con cui per loppù vanno a finire? Ma simili fenomeni, che è facilissimo imitare e veggonsi tuttodi ne' fuochi d'artificio, sfido il più valente Elettricista ad imitarli anche solo imperfettamente coll'Elettricità. Ebbi dunque ragione di dire, che, assai più che a fenomeno elettrico, si rassomigliano i Bolidi ad una vera infiammazione di materie accensibili. La circostanza soprattutto del finale scoppio simile a quello di una bomba, con cui si disciolgono molti di codesti globi, basta da sè sola a manifestarli per quel che sono, cioè esplosioni di materie sommamente infiammabili. Che diremo poi infine di que' come mocciosi o grosse gocce di fuoco, che staccate dal globo fur viste talvolta venire fino a terra, segnatamente nel Bolido già citato de' 17. Luglio 1771, in cui «uno di cotai mocciosi annerì le gronde, nelle quali venne ad imbattersi», come riferisce il Sig. DE LA LANDE? V. S. III.^{ma} cita questa medesima osservazione nell'estratto che fa della già accennata lettera del Sig. DE LA LANDE, sopra quel Bolido e cita le molte osservazioni ivi raccolte sopra altri Bolidi; ne aggiunge altre simili tratte da diverse opere; oltre la compiuta descrizione che ci dà del Bolido degli 11. 7bre 1784; e in luogo di ravvisare dappertutto i caratteri e i segni apertissimi di una vera e propria combustione, crede di riscontrarvi quelli dell'Elettricità, e giudica perciò essere tali meteore veri fenomeni elettrici. Tanto può fare una prevenzione. Sarà forse prevenzione anche in me: ma giungo a dire, che così mi è chiaro che quei lucidi globi son vere e proprie materie infiammabili ardenti, diverse affatto dal fuoco elettrico, come se le vedessi, e toccassi.

E qui non voglio lasciar di dire qualche cosa intorno all'odore sparso da que' Bolidi, che venner vicini a terra, cui molti attestano aver sentito simile all'odore d'acceso solfo. Un esempio di tale fatta trovasi ne' già sopra

recati. Or quantunque io convenga con V. S. Ill.^{ma} che troppo generalmente e troppo vagamente vengono denotati per odore di solfo, quelli di molte sostanze, che son tutt'altro che solfo, l'odore e. g. di alcuni fosfori, e singolarmente di quello di Kunkel, così pure l'odor particolare del fluido elettrico, da quel di detto fosforo non molto dissimile; per nulla dire dell'odore che lascia sempre il fulmine ne' luoghi da esso colpiti, ove si confonde l'odore de' corpi quai fusi o abbronzati, come le dorature delle cornici, quali abbrustoliti e consunti, come legni, drappi ecc. coll'odore proprio del fuoco fulmineo, e tutt'insieme dicesi tuttavia con termine comune odor di solfo. Quantunque, dico, io convenga dell'improprietà di questa denominazione; onde resterebbe ancora luogo a pensare, che il preteso odore sulfureo sparso da' mentovati globi ignei altro infine non fosse, che l'odore proprio del fluido elettrico, com'Ella presume; non posso ad ogni modo persuadermi, che questo divenga mai cotanto grave e insopportabile, quanto ci vien descritto quello di siffatti globi ardenti: odore, che io reputo avere piuttosto del bituminoso che del sulfureo: essendo conforme alle cognizioni forniteci dalla Fisica e dalla Chimica, che possa l'aria impregnarsi più che di molecole di solfo, il quale non si riconosce volatile, d'altre esalazioni leggere e accensibili, come son quelle di molti oli eterei e di nafte volatilissime e graveolenti, oltre le varie specie di arie infiammabili pure e impure, alcune delle quali hanno un odore non meno grave e disgustoso.

Sembrano pertanto anche le osservazioni, comunque vaghe e indeterminate, sull'odore diffuso da alcuni Bolidi, favorire, anzichè l'opinione nuova, e cara a V. S. Ill.^{ma}, che attribuisce tutto all'Elettricità, l'antica sentenza, che riguarda simili fenomeni come prodotti da esalazioni infiammabili raccolte nell'aria, ed ivi accese: sentenza, che si sostiene anche dopo tutte le scoperte sull'Elettricità sì naturale che artificiale, e che è oggi pure la più comune tra i Fisici.

Ma le altre meteore ignee, obbjetteranno i sostenitori di quella, le folgori, e le aurore boreali, attribuite similmente ne' tempi passati all'accensione di esalazioni infiammabili, non si è dovuto convenir finalmente esser puri e meri fenomeni elettrici? Del fulmine non è dubbio: ma per qual ragione, torno a domandare? Per questa, che tutte le apparenze, tutti i suoi effetti, e sintomi sono parlanti, talmente analoghi all'elettricità, che dir si debbono identici; conciosiachè neppur uno ve n'abbia, che dal grande al picciolo non sappiasi da noi perfettamente imitare colle nostre macchine, e batterie elettriche. Al che s'aggiunge la prova più convincente e diretta della vera e propria elettricità delle nubi, massime temporalesche, cui giunti siamo a far discendere, e ad esplorare co' nostri conduttori atmosferici.

Riguardo alle Aurore boreali, è ben lungi, che le prove siano egualmente convincenti. Mancano le dirette, o, a dir più giusto, sono ancora in picciol

numero (giacchè qualche osservazione si ha pure di segni elettrici notabilmente più vivi del solito, ottenuti cogli apparati atmosferici nel tempo che sfolgoravano le più belle aurore boreali; ed io stesso ne ho addotto altrove un esempio). D'altra parte i punti di analogia tra le apparenze di questa meteora, e quelle dell'elettricità, non sono nè così chiari, nè in così gran numero, come per il fulmine; riducendosi a ciò, che noi imitiamo, se si vuole, assai bene co' nostri recipienti di aria diradata il colore, la forma, e gl'ondeggiamenti di luce proprj di dette aurore; ma non altri sintomi, che restano fuori della nostra portata. Quindi è, che vi ha tra' Fisici più d'uno, che dubita ancora se debban queste aversi per un puro fenomeno elettrico, e chi lo ^{impugna} nega ^{apertamente}, e fino chi nega che l'elettricità vi concorra in alcun modo.

Io ben lontano dal negar ciò, m'avanzo a dire che non dubito punto che sia l'elettricità il primario agente delle Aurore Boreali, e vera luce elettrica, quella che vi brilla; sebbene non ardisi sostenere, che sia la cosa evidente.

Or se non si può con tutta sicurezza decidere a favore dell'Elettricità sul punto delle Aurore boreali, per iscarchezza di prove, non bastando una imitazione quasi perfetta de' fenomeni più appariscenti delle medesime, lascio giudicare a chiunque non prevenuto, se in una totale mancanza di simili prove dirette sui Bolidi (giacchè chi ne ha mai ottenuto segni elettrici?); e nell'impossibilità d'imitare coll'elettricismo artificiale alcuna delle loro apparenze; e in vista del contrasto troppo rimarcabile tra i sintomi di questi, e quei delle folgori, vi sia alcun fondamento di credere cotai globi ignei, puri fenomeni elettrici, figli dell'istessa elettricità atmosferica, che produce i veri fulmini: molto più, che ci salta agl'occhi una assai più naturale somiglianza e conformità di que' globi risplendenti, e a giusta ragione detti ignei, coi fenomeni d'altre note accensioni, come si è di sopra notato.

A stringere pertanto il molto in poco, io scorgo tra i fulmini e i bolidi la massima opposizione in ciò, che il fulmine, quanto nelle sue apparenze, ne' suoi andamenti, e ne' suoi effetti differisce dalle ordinarie accensioni, e scoppi di materie infiammabili, onde mirabile in tutto e incomprensibile è parso fino a' tempi nostri; altrettanto si uniforma all'indole, moto, e alle specifiche proprietà tutte del fluido elettrico, vestendo le divise proprie dell'elettricità, seguendone appuntino le leggi, in guisa che ove ben s'intendano queste leggi, ed applicare si sappiano, svaniscono per così dire le maraviglie, e gli strani e bizzarri fenomeni del fulmine rientrano nell'ordine e nella regolarità. I bolidi tutt'al contrario in nulla, e per nulla, da quel che appare almeno, convengono colle scintille, e scariche elettriche; mostransi anzi in contraddizione colle note leggi dell'Elettricità; e rassomigliano assai più ad altre accensioni ed esplosioni, che sono tutt'affatto diverse dalle elettriche. In tanta opposizione di questi globi ignei coll'elettricità, e coi veri fulmini,

bisogna ben essere prevenuto, torno a dire, per poterli credere fenomeni della stessa specie, come da troppo zelanti adoratori di quella ci vengono predicati.

Tra questi V. S. Ill.^{ma} esce nuovamente in campo, e insiste sull'Elettricità che regna pur sempre nell'atmosfera, anche senza tuoni e lampi, senza nuvoloni temporaleschi, anche a ciel sereno, e giuoca più nell'aria vaporosa, ed ha libero campo massimamente nella region superiore, ov'è l'aria molto rara, e dove sogliono comparire le meteore, di cui si tratta. L'esistenza, Ella dice, di questa perenne elettricità or più or meno viva, non è supposizione, ma verità di fatto, stabilita e comprovata da mille prove; ed ha la bontà di citare le mie proprie esperienze in conferma. All'incontro quelle materie infiammabili, che si dicono dai sostenitori della comune sentenza nuotanti nell'aria, non si provano per alcuna diretta esperienza, e convien supporle; e sopra un supposto fabbricarne molti altri: convien cercare di quale specie siano cotali materie, e d'onde provengano; spiegare come, anzichè dissolversi ampiamente nell'aria, si raccolgano e stringano a formar masse globose ecc.; come s'accendano; da che sian portate a scorrere sì lunghi spazj, e con tanta rapidità, ecc. Or a che tirar in scena siffatte esalazioni infiammabili, che saran sempre una cosa vaga, indeterminata? A che tormentarsi per dar loro luogo, forma, e figura negl'aperti campi dell'aria; e per portarvi l'accensione, e il moto; e ciò in tal tempo, e in tali ore piuttosto che in altre (accadendo quasi sempre il fenomeno sulla sera, o nelle ore più umide della notte)? A che tanto studio, e ricerca di estranei agenti, quando uno potentissimo già lo teniamo, già ci si è reso familiare, cioè il fluido elettrico dominatore della superior regione, e de' campi vaporosi dell'aria, il quale in queste ore appunto della rugiada e della guazza esercita particolarmente il suo potente influsso? E non dobbiamo cercare anzi di darne a lui tutto il carico, e le spese, indagando il modo, con cui questo agente solo produca le Stelle cadenti, i Bolidi ecc.? In questa guisa estendendo il dominio della regnante elettricità atmosferica non moltiplicheremo gl'enti senza necessità.

Egregiamente. Ma se il modo non si truova di far fare all'elettricità quel che occorre; se tutti quelli immaginati non corrispondono ai fenomeni; se le più notabili apparenze contraddicono apertamente; se, a dir tutto, essa elettricità, cioè quanto conosciamo delle sue leggi, e de' suoi effetti, ripugna; d'uopo è rinunciare a un bel disegno, cui non si può dar corpo: e questo è il nostro caso riguardo alle Stelle cadenti, e ai Bolidi, come credo avere bastantemente provato.

La circostanza, che si è sopra accennata, dell'ora, in cui sogliono comparire i globi ignei, non meno che le Stelle cadenti, e certe fiammelle più o meno accostantisi alla figura di queste o di quelli, che come fiaccole trascorrono l'aere tranquillo, altre rassomigliano a razzi volanti ecc., tale circostanza

nol niego, sembra favorire la sentenza di chi attribuisce simili meteore all'elettricità, cui la rugiada ci apporta allora più abbondante, e diffonde su tutto l'orizzonte, come viene provato dalle osservazioni fatte cogl'apparati atmosferici, e da que' placidi baleni delle sere estive, che lampi di caldo usiam chiamare, e che sono infallibilmente fenomeni elettrici. Quantunque a vero dire l'osservazione non è così costante, come si vorrebbe; essendo comparsi de' globi ignei, e delle fiammelle volanti anche di mezza notte, e talvolta pure molte ore innanzi sera: per nulla dire delle Stelle cadenti, che a Cielo ventoso e secco, quand'è per conseguenza minore l'elettricità atmosferica, sono anzi più frequenti del solito delle altre notti. Ma concesso ancora, che in generale cotesti fuochi trascorrenti or la bassa or l'alta regione dell'atmosfera accadano singolarmente sulle prime ore della sera, o verso l'aurora, non sarebbe difficile lo spiegare, senza buttarsi in braccio all'Elettricità, attenendoci pur sempre all'opinione comunemente ricevuta di materie infiammabili raccolte nell'aria, perchè più di frequente s'accendano in tali ore appunto, che sono le più fredde ed umide. Potrebbe dirsi, che il freddo, e i venticelli, che allora spirano, raccolgono e ammassano tali materie innanzi troppo attenuate e sparse: che l'umido concorre a promuovere quel moto intestino o di effervescenza, che le porta fino all'accensione: la qual cosa non dee parer incredibile nè strana, dappoichè di simili effervescenze, e come spontanee accensioni provocate dall'umido tanti esempj ci fornisce la Chimica. Potrebbe ancora dirsi, che una vera scintilla elettrica facile a scoppiare in quell'ora o da qualche nubecola o dalla rugiada stessa che s'addensa, dà fuoco alle esalazioni infiammabili ivi raccolte; giacchè non ripugno a farvi così intervenire per accidente l'elettricità, come ho già detto. Queste ed altre osservazioni somministrar potrebbero una tal quale spiegazione della sopranotata circostanza, e di molte altre, che accompagnano le meteore, di cui si tratta.

Ma a che serve una spiegazione *tal quale*, che vuol dire vaga e imperfetta, quando si ricerca chiara, precisa, e compiuta? Confesso di non esser da tanto di produrla di questo calibro; e d'esser lontano ancora dal poter soddisfare alle questioni qui innanzi indicate, e a molte altre, che si presentano a chi sostiene la comune sentenza, che anch'io difendo, cioè la prossima materia dei Bolidi o globi ignei essere esalazioni infiammabili, che s'accendono, e scoppian nell'aria. Pur io mi propongo di provare in un'altra lettera, che seguirà dappresso la presente, fino a qual segno mi riesca di rimuovere le difficoltà che restano; molte delle quali, comechè ardue, non mi sembrano però insuperabili quanto quelle, che si oppongono all'opinione da V. S. Ill.^{ma} abbracciata, che per causa prossima, anzi unica di tali meteore riconosce il fluido elettrico. Le difficoltà, e le obbiezioni, che mi si alzano incontro, e che mi lusingo di poter giungere a spianare mercè di una mia particolare ipotesi, non sono già tali, che oppugnino direttamente la tesi, che ne mostrino l'incompatibilità

co' noti principj; solamente rendono alquanto malagevole la spiegazione delle circostanze che precedono, e d'altre che accompagnano il fenomeno principale, che è quello dell'accensione e dello scoppio: la qual accensione, e il quale scoppio, supposte le materie atte a ciò, rientrano nell'ordine de' fenomeni ordinarj. In fondo qui nulla si oppone al modo, all'andamento, ai sintomi delle infiammazioni già note; in guisa che rappresentar si possono al naturale siffatte meteore con fuochi d'artificio, come ho detto dappprincipio.

La cosa è ben diversa per chi pretende di far produrre i Bolidi all'Elettricità, e non altro ravvisa in que' globi ardenti, che fuoco elettrico attraversante i campi dell'aria; mercecchè gli conviene andar contro all'indole medesima di questo fuoco, e alle leggi, ond'è governato; confondere tutte le apparenze, e i segni caratteristici di lui; e attribuirgli altre doti, e altre maniere di agire, che quelle che vi riconoscono i Fisici nell'elettricità più sperimentati, nessuno de' quali ha saputo mai colle migliori macchine e apparati elettrici imitare nè Bolidi, nè somiglianti altri fenomeni. Dovrem dunque darci in braccio a vane immaginazioni, tutto sconvolgere, per tirarli a forza nella sfera de' fenomeni elettrici: al che ripugna la sana Fisica in generale, e la dottrina dell'Elettricità in particolare?

V. S. Ill.^{ma} qual bravo difensore della sentenza da me impugnata, sosterrà, che nè si sconvolge nulla, nè si fa forza ai fenomeni, nè si sostituiscono a' fatti delle vane immaginazioni, com'io non cesso di obbiettare, quando altronde si può addurre più d'un esempio di globi ignei scappati fuori da altre nubi temporalesche, e scesi a terra. Oltre quello che avvenne il dì 4. Gen. 1717., di cui si è già fatta menzione, Ella ne cita un altro accaduto li 8. d'Aprile 1640. di cui parla il KIRCHERO in una lettera al CAVINA, e riferisce, che « spicciò fuori d'un atra oscura nuvola un globo prima di colore fosco; indi il chiarore si accrebbe di tanto, che si poteva leggere da chiunque. Pareva tanto vicino a terra, che l'orizzonte sembrava acceso. Fece un rumore non dissimile a quello d'uno de' maggiori cannoni ecc. ». Or se questi globi, Ella dice, non può dubitarsi che sieno modificazioni del fuoco fulmineo, val dire elettrico delle nubi, bisogna dunque ammetterla cotal modificazione del fluido elettrico, che forma i Bolidi, checchè adducasi in contrario. Contra fatti, che addimostrano che la cosa è, non valgono ragioni nè difficoltà intorno al come ella sia. Ma che? se non consta della cosa medesima: se non che dubitarne, negare si può il supposto, cioè, che que' globi altro non fossero che fuoco elettrico? Io tengo, per molto più probabile che venissero anch'essi prodotti da vere e proprie materie infiammabili in sen della nube raccolte, e ivi accese, sia per una spontanea effervescenza, sia per qualche scintilla elettrica, che le colpisce: giacchè infine non mi oppongo a far in tal modo intervenire, ove occorra, l'elettricità, e ad assegnarle cotal funzione di metter fuoco al Bolide. Quello che contrasto: è, che sia il Bolide stesso null'altro che fluido elettrico, che siano

la sua luce, le sue faville, il suo scoppio; luce, scintille, e tuono elettrico, come da Lei si ^{pretende senza eccezione} sostiene a spada tratta . Del resto Ella mi concederà, che tali globi ignei vomitati dal seno di oscuro nembo son molto più rari di quelli, che sull'imbrunire di bella sera, o nelle placide notti valicano immensi tratti di Ciel sereno in direzione più o meno orizzontale (come lasciandone tanti altri, si vede nel gran numero di esempj da Lei medesima citati). Per la qual cosa, quand'anche restasse luogo a credere, ed io stesso venissi a concedere, essere i primi formati della propria identica materia del fulmine, essere cioè una modificazione del fluido elettrico medesimo, la stessa cosa dir non si potrebbe dei secondi, per le ragioni, che ho sopra esposte.

Non son però così rari, ripiglierà Ella, i casi, in cui le Aurore Boreali han gettato fuori da quel segmento oscuro, che sogliono aver per base, oltre le consuete lance, e colonne rutilanti, de' globi simili affatto ai Bolidi, che han percorso, come questi, lungo tratto di Cielo. Può valere per tutti il ragguaglio, che ci dà nelle Tran. Angl. il sig. BLAYDEN Secr. della Società R. d'una delle più belle e strepitose Aurore Boreali, che siano comparse, qual fu quella osservata in Londra li 18 Agosto 1783. Il cit. Autore tra gl'altri fenomeni passa a descrivere un globo luminoso, che ne venne lanciato «dopo averne segnata l'ampiezza; ed il modo con cui progrediva, dice, che fatte due esplosioni assai rumorose, deviò dalla sua prima direzione più verso l'Est. Contemporaneamente il gran globo parve risolversi in un gran numero di piccioli globi; ma recuperando tosto la sua prima configurazione e direzione, passò lo stretto di Dover, e potè forse essere veduto fino a Roma. Si giudicò che esso camminasse intorno alle 100. miglia, e che fosse almeno sollevato 55. sopra la terra. La sua velocità fu sorprendente, poichè secondo ogni apparenza superò 20. miglia per ogni minuto secondo ». Ho voluto copiare questa parte di descrizione colle parole stesse dell'estratto ch'Ella ne fa. Che risponderò adesso alle conseguenze, che ne deduce? Il globo sopradescritto, e così gl'altri usciti dal seno delle Aurore Boreali, rassomiglian cotanto ai Bolidi comparsi in altre occasioni, che non si può non crederli tutti fenomeni della stessa specie. Or quelli è pur evidente, che sono parte dell'Elettricità, di quell'istessa elettricità atmosferica, che è il principio e la causa efficiente delle Aurore Boreali: dunque, anche questi. Così Ella conchiude. E però la mia risposta, concesso, che sia il fluido elettrico il primario agente di dette Aurore boreali, e se si vuole, anche l'unico (intorno a che, come ho già fatto riflettere, non conven-
gono molti) mi resta sempre di poter ^{supporre} dire e non mi si toglie, ch'io sup-

ponga e dica, quello stesso, che ho detto riguardo ai globi ardenti scappati fuori dai nembi temporaleschi: essere cioè formati di materie infiammabili, cui, o l'effervescenza promossa dalla straordinaria agitazione che regna in

quel tratto di atmosfera, o veramente qualche raggio di vivo fluido elettrico, ha portato all'accensione: dirò, se così piace, che questa specie di Bolidi sono un fenomeno misto di elettricità, e d'inflammazione d'altre sostanze pronte a deflagrare. E non sono chiari segni di siffatte materie accese, quella specie di razzi volanti e fischianti, quella pioggia di scintille, e quelle fiammelle gocciolanti nell'aria, il tutto simile ai nostri fuochi d'artificio, ch'Ella medesima riporta colle belle descrizioni, che di alcune di queste Aurore ci han dato GMELIN, BLAYDEN, e l'Ab. CONTI?

Non sia però, s'io ne li escludo, chi mi accusi qual detrattore dell'Elettricità. Non v'è taccia, ch'io meriti meno di questa. Ella sa, com'io mi sono da molti anni applicato a questo bel ramo di Scienza, che fu sempre il mio prediletto. Da quì cominciarono le mie mosse nello studio particolare della Fisica. È facile giudicare da ciò qual dovette essere in me l'impegno costante di estendere il dominio dell'elettricità se di farla il più che fosse possibile campeggiare, sull'esempio del Padre BECCARIA, le opere del quale furono la mia precipua scorta. Uno de' principali miei studj infatti si fu l'applicazione della medesima alla Meteorologia. A quest'oggetto mi diedi tanta pena, e feci tante ricerche, per iscoprire l'origine, e causa prossima dell'elettricità naturale, ossia atmosferica; cui finalmente mi riuscì di rinvenire nell'alternante formazione, e condensazione dei vapori: provato avendo con nuove esperienze a tal fine istituite, come nel convertirsi l'acqua in vapore elastico viene per accresciuta capacità ad appropriarsi maggior dose di fluido elettrico, a spese della terra, e ne lo trasporta con sè all'alto; onde poi nel condensarsi, e perdere la forma elastica, sia passando allo stato di vapor vescicolare, sia tornando a quello di liquido, ridotta all'ordinaria sua capacità, trovasi ridondante di fuoco elettrico, e tale si addimostra co' segni di elettricità per eccesso. Egli è dopo i segni da me ottenuti di elettricità *per difetto* ne' vasi isolati, da cui io facea a studio sfumare in vapori certa quantità d'acqua, che combinando queste colle osservazioni, ch'erano già state fatte, per mezzo de' convenienti apparecchi atmosferici, tanto sulla costante elettricità *per eccesso*, che regna nelle regioni superiori dell'aria, sia il Ciel sereno, sia ingombro di nebbie, sia finalmente coperto da un solo strato di nuvole (giacchè è fuori di proposito il caso di molti strati di nuvole, massime temporalesche, in cui avviene di aver segni eziandio di elettricità per difetto: la qual cosa si spiega benissimo colle leggi delle atmosfere elettriche), quanto sul maggior vigore e frequenza di questi segni, in ragione che, le altre cose pari, fassi colassù dove portano i nostri fili esploratori, maggior condensazione di vapori; egli è, dissi, dopo sì bel riscontro di prove, e di osservazioni, che vedesi piantato e stabilito il fondamento di una teoria sull'elettricità atmosferica, la quale lascierò ai Fisici il giudicare se, e quanto debba alle mie ricerche.

Chechè ne sia avrò sempre ragione di pretendere al titolo di buon ser-

vitore e seguace dell'Elettricità. Nè già debbo essere riputato infedele, e disertore de' suoi stendardi, per ciò che non tutti i fenomeni meteorologici le sottometto forzatamente, in ispecie i Bolidi e le Stelle cadenti. Quando oltre il dominio assoluto, che nessun le contende, su temporali, co' tuoni e colle folgori suoi immediati effetti, le concedo anche quello, non da tutti accordato, sulle Aurore boreali, e dippiù vengo di mia posta ad attribuirle quell'influenza nella formazione, e condensazione de' vapori, di che or ora parlavamo, non avrò fatto abbastanza per lei? No, mi si ripete: le si vuol dare un egual impero assoluto, un dominio esclusivo sopra tutte le meteore ignee. Ma questo è troppo. Bisogna ben essere prevenuto e non veder altro al mondo che Elettricità, per accordarle tutto senza distinzione, senza limiti; come certi fanatici adoratori suoi, che i tremuoti pur anco, e fino le eruzioni vulcaniche e la luce fosforica del mare fan produrre all'elettricità; che riguardano come figli di essa i fuochi fatui; e per poco non le attribuiscono anche i così detti *ambulones incendiarii*, e le fiamme dei terreni, e delle fontane ardenti, e quelle, che sboccano talvolta da' sepolcri e dalle latrine; tanto sono portati a vedere in ogni scintilla, in ogni vampa, in ogni fosforo, in ogni fiammella, che lampeggi in terra o in cielo, il loro fuoco elettrico, e null'altro che fuoco elettrico.

Io penso d'essere stato egualmente cauto ed attento a guardarmi da simile eccesso, come dal derogare al giusto dominio, e influsso dell'elettricità, che riconosco grande grandissimo, più che dalla comune de' Fisici non si crede. Perocchè, se convenire non posso con V. S. Ill.^{ma} e con i molti, o pochi di lei seguaci (che non so) nel considerare l'elettricità qual principale, anzi unico agente, siccome delle folgori, e delle aurore boreali, così delle altre meteore, e d'alcuni de' sopra accennati fenomeni; non ripugno però, anzi inclino più di molt'altri a riconoscerla, dove qual causa concorrente, e dove qual fenomeno concomitante. Concorre il fluido elettrico, secondo ch'io penso, all'elevazione de' vapori, in seno di cui s'asconde, come ho provato; alla formazione della rugiada, e al singolare andamento di essa che si conosce elettrica per eccesso; all'unione, e separazione delle nubi sempre elettriche anch'esse; al scioglimento delle medesime in pioggia; alla configurazione delle stellette e fiocchi di neve ecc. Concorre, dico, il fluido elettrico più o meno in queste operazioni e accidenti; che però non si deono interamente, e neppure in massima parte a lui, bensì ad altre cause, che non occorre qui spiegare. Un fenomeno, in cui ha molta parte è quello delle *trombe*, che FRANKLIN e BECCARIA con altri han cercato di spiegare colla sola elettricità. Io però nol posso riguardare qual mero fenomeno elettrico; e penso, che molto ancora si debba ad una forza meccanica, cioè ad un moto turbinoso di vento, che lasciando una colonna d'aria sommamente diradata nel mezzo, fa che vi s'innalzi, come per cavo tubo, l'acqua su cui posa, mentre un pezzo di nuvola discende e si allunga in forma di cono ad incontrarla. Che se c'interviene l'elettricità, se essa

che domina nella nube procellosa e efficacemente colla sua forte attrazione promuove l'accostamento e riunione di quelle due masse d'acqua e di vapori, la cagion primaria della tromba è sempre il turbine. Del resto non son lontano dal credere, che sia talvolta l'Elettricità de' vapori e delle nubi cagione primaria di certi soffi repentini di vento, massime in direzione perpendicolare all'orizzonte, o quasi, e di certi piccioli turbini. Ma per questo sarà ogni vento un soffio elettrico? Finalmente nelle grandi eruzioni vulcaniche, prodotte visibilmente da infiammazioni sotterranee, in cui non posso credere aver parte alcuna l'elettricità come causa producente, sopravvengono nullameno de' fenomeni elettrici non men certi, che strepitosi, i quali ci si manifestano con veri fulmini guizzanti attraverso la colonna de' vapori e fumi eruttati: la quale sopravveniente elettricità è una conseguenza necessaria della rapida formazione e condensazione di quell'immensa copia di vapori, come dalle mie sperienze allegate di sopra può ricavarasi. È dunque qui l'elettricità un fenomeno ^{succedaneo} ^{concomitante}, e nulla più: e così dobbiam credere in altri incontri, in cui ne apparisse qualche segno, e. g. ne' tremuoti, negli oragani ecc.

Ogni equo estimatore delle cose giudichi ora s'io sono in nulla ingiurioso all'Elettricità, se non son anzi divotissimo di essa, e tanto più divoto e zelante del suo onore, quanto mi studio di tenere una giusta bilancia nell'assegnare le parti di sua giurisdizione, e circoscrivere i limiti del suo potere. In questo modo la bella, la nobile Scienza elettrica, mantenendo ferme e costanti le sue leggi, e inalterabili i dommi, che i Fisici colle loro indefesse ricerche son giunti a stabilire, s'avvanzerà viemmeglio alla sua perfezione. Laddove col cercare, come alcuni partigiani poco intelligenti fanno, di sottometterle de' fenomeni estranei; con attribuirle nuove sconosciute forze e caratteri; col piegarla violentemente a delle modificazioni quanto ideali, altrettanto incompatibili colla vera indole del fuoco elettrico; col voler insomma ampliare oltre ogni termine la dottrina dell'Elettricità anzichè onore e vantaggio le si viene a recare oltraggio alla sua purezza, e danno e impedimento a' suoi veri progressi.

V. S. Ill.^{ma} mi perdoni questa piccola predica; e mi creda quale con piena stima de' suoi talenti, da cui molto mi prometto, e con sentimenti di vero ossequio mi protesto di V. S. Ill.^{ma}

Como li 28. 7bre 1786.

Div.^{mo} Obbl.^{mo} Servitore
ALESSANDRO VOLTA.

LXXXIX.

PRIMO GRUPPO DI LETTERE

DI

ALESSANDRO VOLTA

AL

PROF. G. C. LICHTENBERG

DELL' UNIVERSITÀ DI GOTTINGA

SULLA METEOROLOGIA ELETTRICA

LXXXIX (4).

LETTERE

DEL SIG. DON ALESSANDRO VOLTA

PATRIZIO COMASCO

MEMBRO DI DIVERSE ACCADEMIE E P. P. DI FISICA SPERIMENTALE

NELLA R. I. UNIVERSITÀ DI PAVIA

SULLA METEOROLOGIA ELETTRICA

LETTERA PRIMA.

28 Luglio, 27 Agosto 1787 — Gennaio, Febbraio 1788.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Bibl., T. I, genn. febr. 1788, pg. 73.

Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 5.

Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: I 34 α ; I 34 β ; I 34 γ ;

I 30 α ; I 30 β ; I 30 γ ; **H 13**; **I 22**; I 7.

Univ. Bibl. di Gottinga.

Cart. Volt.: H copia 1; H copia 5.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Bibl.

DATA: H copia 1 ed H copia 5 presentano, rispettivamente, la data 28 luglio 1787, e 27 agosto 1787, mentre la lettera che si dà in questo Numero apparve nel T. I di Br. Bibl., pubblicato in data: « 1788, gennaio, febbraio ».

Br. Bibl. « Lettera prima »: è una memoria in forma di lettera, diretta al prof. Lichtenberg dell'Università di Gottinga, nella quale il V. parla della costruzione e dell'applicazione dei suoi elettrometri a paglie.

Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799: sono due edizioni di una traduzione fatta in tedesco dallo Schaefer, delle prime sette lettere sulla Meteorologia elettrica e dell'ag-

giunta alla settima (comparse in Br. Bibl. dal gennaio-febbraio 1788 al luglio-agosto 1789), che vennero pubblicate in Lipsia nel 1793 e nel 1799. Queste due edizioni portano rispettivamente il titolo: « *Meteorologische Briefe* », Leipzig 1793; « *Meteorologische Beobachtungen* », Leipzig 1799.

H copia 1: è la copia di una lunga lettera in francese del V. al Lichtenberg, in data 28 luglio 1787, il cui Mns. autografo trovasi presso la Univ. Bibl. di Gottinga. Di tale lettera, che in ordine di tempo è la prima di quelle realmente inviate dal V. al Lichtenberg sulla meteorologia elettrica, solo le due prime pagine compaiono nella « *Lettera prima* » Br. Bibl., e ne formano la introduzione. Il resto di H copia 1 costituisce l'oggetto della seconda parte della « *Lettera seconda* » Br. Bibl., che si pubblica nel Numero successivo a questo.

I 30 α, I 30 β, I 30 γ: costituiscono la minuta autografa di H copia 1, con cui concordano letteralmente, salvo un periodo omissso in H copia 1, ed una chiusa epistolare che si presenta in più in H copia 1: questa minuta porta l'indicazione autografa di « *Lett. 1^{re}* ».

H copia 5: è la copia di una lunga lettera in francese scritta dal V. al Lichtenberg, in data 27 agosto 1787, il cui Mns. autografo trovasi presso la Univ. Bibl. di Gottinga: la prima metà di questa lettera, che in ordine di tempo è la quinta di quelle realmente inviate dal V. al Lichtenberg, presenta lo svolgimento di parte degli argomenti trattati nella « *Lettera prima* » Br. Bibl., mentre la seconda metà costituisce l'oggetto della « *Lettera sesta* » Br. Bibl., che si pubblica nel N° LXXXIX (F) di questo Volume.

I 34 α, I 34 β, I 34 γ: costituiscono la minuta autografa di H copia 5, con cui letteralmente concordano, salvo lievi varianti: questa minuta porta l'indicazione autografa di « *Lettre 5^{me}* », e di essa solo I 34 α e le prime tre pagine di I 34 β presentano le parti che tradotte, rifuse ed ampliate diedero luogo alla « *Lettera prima* » Br. Bibl., mentre il rimanente costituisce l'oggetto della « *Lettera sesta* » Br. Bibl.

II 13: è un fascicolo di note autografe, stese dal 6 nov. 1787 al 26 genn. 1788; esso porta sulla copertina, pure autografa, il titolo « *Elettrometria* ». Contiene una raccolta di studi elettrometrici, che in parte si pubblicano ed in parte si citano, e termina con considerazioni sull'elettricità atmosferica, che verranno richiamate nel N° LXXXIX (D).

I 7, I 22: contengono, al pari di H 13, il materiale degli studi elettrometrici che il V. intendeva pubblicare, come ripetutamente afferma nella « *Lettera prima* » e nella « *Lettera seconda* » Br. Bibl. pubblicate rispettivamente in questo Numero e nel N° LXXXIX (B).

I 7 si pubblica in parte nel N° LXXXIX (B).

I 22 trovasi pubblicato per intero nel N° LVIII, Vol. IV, salvo note riguardanti osservazioni meteorologiche fatte dall'8 al 18 maggio 1787, coll'elettrometro a paglio. Queste note si pubblicano in questo Numero.

Pure sull'argomento del Microelettrometro (che è particolare oggetto della lettera che qui si pubblica) vedansi, al N° LXVI del Vol. IV, Cart. Volt. I 27 ed I 48, che costituiscono la redazione di una memoria sperimentale sulle distanze esplosive, sull'elettrometro e sul metodo di ottenere indicazioni squisite e comparabili.

SULLA METEOROLOGIA ELETTRICA (a).

LETTERA PRIMA

Dopo aver fatta la vostra conoscenza nella maniera la più intima, dopo aver passati con tanta soddisfazione giorni intieri in vostra compagnia, dopo esserci promessa una regolare corrispondenza per comunicarci scambievolmente le nostre esperienze e le nostre idee sui differenti rami di Fisica; dopo tutto ciò sarebbesi creduto mai, che dal momento che io lasciai Gottinga, le nostre conferenze dovessero rimanere interrotte, e avessero a scorrere tre anni in un perfetto silenzio d'amendue le parti? Eppure ecco ciò che avvenne, senza fallo per mia, ma fors'anco per vostra colpa, mio caro Signore. Ardisco però di dire, che voi meritate più rimproveri di me: imperocchè avrete sicuramente raccolte in tutto questo tempo notizie e scoperte più di quello che io non ho potuto e voi medesimo ne avrete fatte di queste, di maniera che non saravvi permesso di addurre la ragione che allegherò io per mia difesa, cioè a dire la mancanza di materia. Non so per qual ragione egli è avvenuto, ch'io mi sia pochissimo applicato in questo intervallo di tempo a nuove ricerche, e non abbia fatto quasi altro che riandare quelle che da lungo tempo aveva intraprese, affine di perfezionarle vieppiù: quindi è che ho moltiplicate le sperienze *eudiometriche*, e le altre analoghe col mio apparato ad aria infiammabile.

Voi conoscete già all'ingrosso quest'apparato, che ho immaginato subito dopo avere scoperto il modo d'accendere con una picciola scintilla elettrica,

(a) Queste lettere, in numero di sei, scritte dall'A. in Francese ne' mesi di Luglio e Agosto dello scorso anno 1787. al Sig. G. C. LICHTENBERG Professore di Fisica nella cel. Università di Gottinga, ed a lui inviate, sono ancora inedite, ma compariranno tra poco tradotte dal Sig. LICHTENBERG medesimo in un Giornale Tedesco. Noi siamo contenti di poter far parte prima all'Italia, non sol di queste, inserendole di mano in mano nella nostra Biblioteca, ma delle altre fino a dieci, che l'A. ha scritte, ma non ancor spedite, in continuazione del medesimo soggetto. (*Gli Editori*).

in recipienti chiusi, differenti miscuglj d'aria infiammabile e d'aria respirabile (a). Ma voi non avete veduto, nè tampoco vi ho io bene spiegato nelle nostre conferenze tutto quello che ho fatto in seguito affine di perfezionare tal apparato. Mio principale scopo è stato di farlo servire ad una grande varietà d'esperienze, delle quali si potessero notare i risultati con tutta quella maggiore esattezza e precisione, che si può esigere da un istromento fisico; e mi lusingo d'esservi pervenuto: tutte le persone almeno, alle quali ho potuto mostrare sì l'apparato, che le differenti prove a cui l'ho fatto servire, ne rimasero molto soddisfatte.

Non è qui il luogo di darvene la descrizione: altronde non è possibile di farlo in poche righe; e non ho nè tempo nè ozio per estendermi di molto. Ho bene in mira di pubblicare tal descrizione fra qualche tempo con tutti i detaglji, e le figure necessarie. Intanto vorrei pure farvi parte di alcuni risultati di queste sperienze, che forse potrebbero meritare la vostra attenzione; ma siccome anche ciò porterebbe troppo in lungo, le differisco ad altra occasione (b). In oggi ho da intrattenervi a lungo di cose concernenti l'Elettricità naturale od atmosferica, e a farvi parte singolarmente d'un mio ritrovato, o artificio, picciolo in sè, ma di grandissimo uso, e vantaggio per le osservazioni di tal genere [1].

(a) Opuscoli di Milano A. 1781. e Journal de Physique A. 1783.

(b) L'A. promette di darci, acciò ne facciam parte al pubblico in uno de' seguenti quaderni, la descrizione dell'apparato, e molti risultati delle sue sperienze, specialmente delle eudiometriche, ch'egli ha continuate con assiduità per più di due anni. [Gli Editori].

[1] Quanto precede a questo punto è la traduzione letterale della prima pagina e mezza di H copia 1 e quindi anche di I 30 α: quanto segue invece si accorda con pag. 2 di H copia 5 e di I 34 α.

H copia 5 (del quale I 34 è la minuta) è, come si disse, la quinta lettera inviata dal V. al Lichtenberg, e presenta una introduzione propria, che si pubblica per particolari ivi richiamati.

[Nota della Comm.].

Cart. Volt. H cop. 5.

Monsieur,

à Côme ce 27.^{me} Août 1787.

Je ne sçais si vous aurez grande envie, Monsieur, d'entendre ce qui me reste encore à dire sur la théorie et l'usage de l'electroscope atmospherique: je crains plutôt que vous ayez déjà de trop de tout ce que j'ai exposé dans les lettres précédentes, qui forment una dissertation assez longue. Vraiment en songeant à qui j'écris j'aurois du supprimer bien des détails; mais ayant conçu le dessein de publier avec votre permission cet écrit dans quelque Journal de France ou d'Italie, et vous donnant la meme permission pour ceux d'Allemagne, j'ai cru que ces détails, plusieurs points de doctrine, et les éclaircissements épars par-ci par-là, même les fréquentes répétitions pourroient être de quelque utilité pour ceux qui sont peu initiés dans la science de l'électricité atmospherique; qui n'ayant que des idées vagues de celle tumultueuse des orages, ne connoissent que très-imparfaitement cette électricité modérée et tran-

Innanzi tutto però conviene ch'io vi mostri a qual segno ho perfezionato il sì sensibile, comodo, ed elegante Elettroscopio inventato dal Sig. TIBERIO

quille qui regne constamment dans l'air calme et serein, dans les brouillards, ec. et rien du tout sa marche journaliere périodique; qui enfin ne sont pas en jour de tous les progrès qu'on a fait dans cette carriere, ni des instruments qu'on y a employés et de leur usage, surtout du nouvel electroscope atmospherique. C'est donc pour ceux-ci, et pour un grand nombre d'amateurs d'électricité, que je voudrois engager à tourner leurs recherches du coté de l'électricité atmospherique, c'est pour eux que j'ai inséré par-tout, où l'occasion s'est présentée, nombre d'expériences et de faits, que vous n'ignorez pas sans doute, Monsieur; mais que plusieurs parmi les Physiciens mêmes ignorent encore: et c'est encore pour eux, que je vais ajouter quelque chose touchant la construction et l'usage de l'électroscope portatif, qu'on nomme autrement *Micrometre électrique*, ou *Microelectrometre*, attendu qu'il mesure des degrés d'électricité, que l'electrometre ordinaire, ou *Quadrant electrometre* de Mr. HENLEY ne marque seulement pas. Après quoi je finirai par quelques nouvelles observations faites avec ce Micro-electrometre, qui ne sont pas étrangères, et peuvent repandre beaucoup de lumiere au sujet de l'électricité atmospherique.

Je ne donnerai qu'une description succincte de cet instrument: une description assez détaillée avec figures a été donnée tant par Mr. CAVALLLO son premier inventeur dans les *Transact. Philos.*, que par Mr. DE SAUSSURE, qui l'a si fort perfectionné, dans l'ouvrage que j'ai cité dans la premiere lettre. Il consiste donc en une paire de petites balles de moelle de sureau suspendues mobilement par deux fils d'or ou d'argent très-déliés dans une phiole de crystal de 2. pouces environ de diametre (une petite cloche large à sa base de 2. à 3. pouces et préférable à la phiole). Ces pendules extremement legers et longs d'1. à 2. pouces restent ainsi garantis des secousses de l'air; tandis que suspendus à un bouchon qui ferme la phiole ou l'ouverture superieure de la cloche, et pendants à son milieu, ils se tiennent isolés: isolement qui est beaucoup plus parfait, si on a eu soin d'incruster la partie superieure de cette cloche ou phiole jusques à la moitié de bonne cire d'espagne, ou d'excellent vernis copal. Ce bouchon, qui doit être surmonté d'un crochet, ou mieux couvert d'un chapeau métallique en communication immédiate avec les fils, à peine est-il excité par l'approche d'un corps électrisé, que les fils avec leurs balles marquent cette électricité et sa force, en s'écartant plus ou moins l'un de l'autre: ce n'est pas tout; ils denotent aussi l'expece d'électricité, savoir si elle est *positive* ou *negative*, d'une maniere aussi sure qu'aisée; car si lorsque les balles sont ainsi divergentes on approche du chapeau qui couvre la phiole un tube de verre frotté, ou un baton de cire d'espagne excité de même, il arrive toujours que le premier les fait diverger davantage, si l'électricité qu'elles marquent est *positive*, et qu'il les reserre si elle est *negative*; et tout au contraire le baton de cire.

Cet instrument ainsi disposé est déjà, comme on voit, un assez bon *Electroscope*; mais il ne merite point encore le nom d'*Electrometre*, à moins qu'il ne porte une echelle graduée en lignes et demilignes, pour mesurer la divergence des balles. Cette échelle on l'adapte très-avantageusement aux confins de la base de la cloche ou phiole, et on peut distinguer par elle jusqu'aux quarts de ligne. Encore faut-il, que cette cloche ou phiole soit applatie du coté où la graduation est appliquée, et du coté opposé, à travers lesquels elle paroît, pour que cette graduation ne soit pas trompeuse. On peut choisir pour cela une phiole quarrée. Cependant l'erreur est si petite avec une cilindrique, lorsqu'il ne s'agit que de 2. ou 3. ligne de divergence des balles, qu'on peut la mépriser.

Un autre inconvenient bien plus considerable, qu'on doit prevenir, est que l'électricité

CAVALLO, e dal Sig. DI SAUSSURE già in gran parte migliorato [1]; siccome quello stromento, che oltre al servire eccellentemente a varie delicate, ed istruttive sperienze di elettricità artificiale, si rende assai più raccomandabile per l'uso suo prestantissimo nell'osservazioni di elettricità naturale, alle quali venne dal suo inventore specialmente destinato. Tralascio, come a voi noti, i miglioramenti fattivi da SAUSSURE, e vengo tosto ai miei.

se repende dans la phiole, et s'attache au verre: ce qui arrive toutes les fois que cette électricité est un peu trop animée et fait diverger les balles fortement et avec vibration, et a lieu même avec le tems par une électricité plus modérée. Alors les balles attirées par l'air électrisé de la phiole et par ses parois pareillement électrisés, divergent sans qu'elles soient affectées par aucune électricité extérieure, et se tiennent opimatrément écartées pendant un assez long tems, malgré qu'on touche le chapeau pour les faire tomber; même elles s'ouvrent par-là davantage: ce qui, comme l'on voit, trouble et rend equivoques et trompeuses toutes les expériences qu'on voudroit faire. Or voici comment on remédie à cet inconvenient: on coupe la base de la phiole (si c'est une cloche de verre ouverte on n'a besoin de rien couper); et on y substitue une autre base de metal, de la quelle s'élevent jusqu'au milieu vis-à-vis des balles quatre, six, huit bandelettes de feuille d'étain collées aux parvis intérieurs de cette meme phiole: avec cela l'électricité que les fils ou les balles repandent en cas qu'elle soit trop forte, et bientôt dissipée, et il ne s'en attache point au verre.

Voilà le Microélectrometre parfait en tout point pour les expériences de l'électricité artificielle; et auquel il ne manque que de visser sur son chapeau una baguette métallique de deux ou trois piés de longueur, avec une flamme au bout, ou sans flamme selon le besoin, pour le faire servir aux observations de l'électricité naturelle, de la maniere que nous avons vu dans les lettres précédentes. C'est en effet de cet instrument, que nous sommes toujours occupés sous le nom d'*Electroscope atmosphérique*.

Maintenant je vais indiquer les petits changements, que je y ai apportés, pour l'améliorer encore. Un, que j'ai imaginé et executé cette année seulement, est celui de substituer aux fils métalliques très-minces portants les deux petites balles, un couple de pailles légères de 2. pouces de longueur environ, suspendues de même librement par deux petits anneaux de fil d'argent très-délié.

[1] « Lettera prima », Br. Bibl., T. I, pag. 76, presenta, con richiamo a questo punto, la seguente nota, che in Ant. Coll., T. I, P. II, pag. 7, è ridotto alla sola citazione di opere del Saussure e del Cavallo.

[Nota della Comm.].

« Per quelli de' nostri Lettori, a cui non fosse nota la costruzione di questo elettroscopio portatile, stimiamo non inutile il darne qui una breve e succinta descrizione, unitamente a due figure, la prima copiata dall'opera del Sig. di SAUSSURE (*Voyage dans les Alpes*, Tom. 2. Genève 1786, chap. XXVIII. *Nouvelles Recherches sur l'électricité atmosphérique*), la seconda rappresentante due di tali elettroscopj alla foggia del nostro Sig. VOLTA, uno sensibilissimo, atto a misurare soltanto la debolissima elettricità, con una scala però di più di 20. gradi; l'altro con una scala d'egual numero di gradi atto a misurare un'elettricità quattro volte più forte, del valore cioè di 80. e più gradi del primo: i quali due elettroscopj si rappresentano in questa figura uniti per mezzo di due fili di ferro eguali che si toccano, o di un solo continuo, alludendo a quelle sperienze di compartire ad ambedue gli elettrometri l'elettricità, delle quali parla l'A. in progresso di questa lettera. Riportando ne' seguenti quaderni la continuazione delle lettere sulla Meteorologia elettrica, avremo cura altresì di dare quelle altre figure che occorreranno. Or veniamo alla promessa descrizione.

Uno, che par cosa da nulla, ma pure è della massima importanza, consiste nel cambiare e forma e materia ai pendolini, sopprimendo le pallottole di midollo di sambuco, o d'altro, e sostituendo ai fili metallici sottilissimi due nude paglie, lunghe circa due pollici, le quali sospese per mezzo di anelletti mobilissimi pendano contigue o quasimente contigue secondo tutta la lunghezza. Qualora scelgansi due fili di paglia sottilissimi (della grossezza al più di un quarto di linea), e ben secchi, riusciranno già essi più leggieri dei fili metallici comunque esili, e molto più poi dei fili terminanti nelle solite pallottole: altronde offrendo maggior superficie si ripelleranno viemmeglio, e divergeranno, per eguali gradi di elettricità, assai più.

Un altro vantaggio che si ha con le paglie semplici si è, che il minimo loro scostamento, la minima divergenza si rende più facilmente osservabile, mercecchè tutta la linea del loro contatto, o quasi contatto, cade sott'occhio;

Senza copiare quella che l'Inventore di tale elettroscopio Sig. TIBERIO CAVALLO ne ha data per esteso nel LXX. Vol. delle Transazioni Anglicane, e senza riferire minutamente le correzioni e i miglioramenti, che vi ha fatti DE SAUSSURE, ci basterà di mettere in vista il sostanziale di tutto ciò, compreso in parte anche quello, che vi ha mutato o aggiunto il nostro A.

Quest'istromento consiste dunque in due pendolini leggieri sospesi mobilissimamente uno accanto all'altro entro d'una boccetta, ovvero d'una piccola campana di cristallo. Codesti pendolini sono di un fil d'argento sottilissimo, e portano all'estremità una pallottolina di midollo di sambuco: essi poi restano appesi per mezzo di anellini tondi ad una lastretta metallica, ch'entra nel collo della boccetta, e l'oltrepassa alquanto, sopravanzando un poco anche al di fuori, ove termina in un uncino, o meglio in un bottone o cappelletto, il quale per mezzo di un buon mastice resinoso, o di cera spagna, chiude esattamente la bocca. I pendolini restano così difesi dalle scosse dell'aria, e da ogn'umido esterno; intantochè sospesi nel mezzo della boccetta, dal cui fondo distar devono cinque o sei linee per lo meno, si trovano perfettamente isolati; isolamento, che riesce molto più perfetto, se si ha avuto cura d'incrostare di ottima ceralacca l'esteriore della boccetta dal collo fino alla metà del corpo.

Basta questo per intendere diggià, come debba servire un tale istromento da elettroscopio sensibilissimo. Ognuno scorge, che que' pendolini estremamente mobili devono risentirsi d'ogni minima elettricità, e darne segno col ripellersi e divergere tra loro: e ciò, sia che un corpo debolissimamente elettrico venga a toccare il cappelletto metallico, da cui pendono i fili; o sia che un altro corpo un poco più animato s'accosti soltanto al cappelletto medesimo. E chi non vede ancora che la maggior divergenza loro, dinotando maggior forza di elettricità, dee servire in qualche modo a misurare i gradi? Or perchè ciò fare si potesse con qualche accuratezza il Sig. DI SAUSSURE pensò ad addattarvi una scala graduata, dividendo in linee e quarti di linee la metà circa della circonferenza della boccetta, o campanella, poco sopra il di lei fondo.

Nostro intendimento non è di spiegare tutti gli altri pregi, e gli usi molteplici di tal elettroscopio: ne indicheremo uno soltanto de' principali, che lo rende utile e comodo al sommo. Questo è di mostrarci a prima giunta non sol l'esistenza, ma la specie ben anco dell'elettricità: cioè s'ella sia *positiva*, vale a dire per *eccesso*, oppure negativa cioè per *difetto*; ed ecco come: se i pendolini divergono per elettricità positiva, coll'accostare al cappelletto un tubo di vetro strofinato di fresco, od altro corpo fornito esso pure di elettricità positiva, vedrassi crescere cotal divergenza; e all'incontro scemare, ove s'accosti un bastone di cera spagna similmente stropicciato, od altro corpo elettrico negativamente: tutt'all'opposto se divergano i pendolini

onde scorgesi tosto, se da un tale contatto o dal parallelismo sortono i due fili di paglia il minimo che, se vengono a formare il più picciolo angolo: lad-dove coi fili metallici aventi in fondo le palline, restando quelli un dall'altro discosti quanto porta la grossezza di coteste palline, ed essendo altronde poco discernibili quei fili esilissimi massime quando l'elettroscopio tiensi a qualche distanza, o quando si sperimenta all'aria alquanto oscura, non si può così facilmente notare una piccola divergenza de' medesimi, un angolo di pochissimi gradi che facciano; e puossi soltanto giudicare all'ingrosso dello scostamento delle pallottole.

Ma non è egli a temersi, che le estremità di paglie così sottili, facendo ufficio di punte, disperdano troppo facilmente l'elettricità? No: la forza dissipatrice delle punte non è così grande, come da molti si pensa, quando si tratta di un'elettricità tanto debole, quanto quella, cui sono destinati a misurare simili strumenti, denominati perciò acconciamente *Micro-elettroscopj*. Dirò di più che essendo in tal caso pressochè nulla la virtù delle punte metalliche,

per elettricità negativa, il tubo di vetro, e qualsisia corpo elettrico per eccesso verrà a ristrin-gerli, mentre la cera spagna, e ogn'altro elettrico per difetto ne gli aprirà viemmaggiormente.

Diciamo ora di un'altra necessaria preparazione, senza di cui andrebbe soggetto lo stro-mento ad un gravissimo incomodo, a quello di dar segni equivoci, qualora adoperando un'elet-tricità alquanto forte, questa si affiggesse alle interne pareti del vetro, e vi rimanesse per qualche tempo aderente; mercecchè ella terrebbe divergenti i pendolini contro voglia dell'osservatore, quando cioè spogliati col toccamento della propria loro elettricità si vorrebbe che giacessero paralleli e inerti. Or non si può scansare un tal inconveniente, se non tagliando il fondo alla boccetta di cristallo, e sostituendone uno di metallo: il che ancora non basta, se non vi s'aggiun-gano alcune liste metalliche, p. e. di foglietta di stagno, le quali coprano in buona parte l'in-terno della boccetta dal mezzo in giù, fino a comunicare col già detto fondo metallico.

Non sarà inutile l'avvertire, di chiudere e sigillar bene con mastice resinoso cotesto fondo, siccome si è detto che dee praticarsi pel cappelletto, in modo che l'aria non possa in alcun modo penetrare nel recipiente: senza di che non mancherebbe alla lunga d'insinuarsi anche l'umido; e allora verrebbe meno in pochi minuti quell'elettricità, che altrimenti sosterrebbe più d'un'ora. Quanto all'esterno, l'incrostatura di ceralacca, che il Sig. VOLTA raccomanda moltissimo, man-tiene sufficientemente l'isolamento anche ne' tempi umidi; e tutto al più occorre di doverla prosciugare qualche rara volta, e dopo gran tempo di rinnovarla.

Non resta che di gettare l'occhio sopra la fig. I. rappresentante l'elettroscopio di cui si serve il Sig. DI SAUSSURE, il quale ce lo dà così ad osservare parte per parte. *A B C* è l'elettro-metro, *A* il suo uncino, *B D C* la piccola campana di vetro forata in cima per lasciar passare l'asta di metallo *D*, che è la continuazione dell'uncino, e che porta i fili d'argento *E g E g* ter-minanti nelle picciole pallottole di midollo *g g*, e la cui divergenza indica l'elettricità. Le let-tere *B C* indicano il fondo di metallo masticiato agli orli della campana; e *h, h, h, h*, sono le foglie di stagno applicate al di dentro della campana, per servire a spogiarla dell'elettricità, che le resta talvolta aderente dopo le sperienze.

Passando ora alla fig. II. sarà facile il riscontrare le stesse parti, con quelle importanti mutazioni, che il Sig. VOLTA vi ha fatte, e di cui vien ragionando in questa sua prima lettera ». (*Gli Editori*).

siccome avrò occasione di mostrare ampiamente in altro luogo, ella è poi nulla affatto quella delle punte de' conduttori imperfetti, quali sono le paglie. Ho pertanto trovato per esperienza, che de' fili di paglia quanto si voglia sottili, sol che siano secchi, e asciutto sia pure l'interno della boccetta, che li racchiude, possono divergere 10, 12, e più linee [1], senza dissipare per le loro punte l'elettricità, sostenendosi salde a tal divergenza, quand'è asciutto anche l'esterno della boccetta, un tempo considerabile. Che se le paglie siano notabilmente più grosse, potranno misurare un'elettricità del doppio, e del quadruplo più forte, senza punto ancora disperderla.

Dietro queste osservazioni ho costruito per mio uso due di cotai elettroscopj tascabili, uno de' quali, provando ad adattarvi varj cilindretti, prima di paglia più grossi, poi di legno assai più pesanti, l'ho ridotto a segno di acquistare la divergenza di una sola linea per cinque che ne prende l'altro a paglie sottilissime. Or anche questo elettroscopio grossolano soffre e ritiene un'elettricità, che fa divergere i suoi pendolini 10, in 12 linee; elettricità, che è già più che sufficiente per produrre scintilla; elettricità, che può misurarsi sopra un elettrometro comune, ossia *quadrante elettrometro* di HENLEY. Al qual proposito non voglio lasciar di dirvi, che ho trovato assai comodo di ridurre anche cotesto quadrante elettrometro ad un rapporto determinato coi due miei micro-elettroscopj. Ho dunque fatto, rendendone il pendolo or più or men pesante, mediante il fargli portare palle di sovero, o di midollo di sambuco di diversa grossezza, ho fatto che 1. grado di questo strumento corrispondesse a 2. del secondo elettroscopio a paglie pesanti [2], e quindi a gradi 10. dell'altro più sensibile. Così quando questo, che chiamo primo elettrometro, mi segna 20. gradi, di mezza linea l'uno (oltre il qual termine non vuolsi spingere l'elettricità, se la boccetta non ha più di poll. $1\frac{3}{4}$ di larghezza, per ischivare che i pendolini si gettino contro le sue pareti), ho nel secondo a pendolini più pesanti gradi 4, e nel quadrante elettrometro, che chiamo terzo, gradi 2.; e in generale aggiugnendo uno zero ai gradi segnati da quest'ultimo, ho il numero de' gradi secondo la scala del primo.

Ottimamente, dirassi, se i gradi si corrispondessero sempre, nel dato rapporto dall'uno all'altro elettrometro in tutta l'estensione della scala: ma

[1] In *H* copia 5 pg. 6 (e corrispondentemente in *I* 34 α pg. 4) la divergenza delle paglie che può sostenersi senza dispersione è limitata a 3 o 4 linee. In *H* copia 5 (e quindi in *I* 34) manca quanto in *Br. Bibl.*, *T. I*, segue da pg. 82 a pg. 123, salvo l'affermazione, a pg. 7 di *H* copia 5, riguardante la paragonabilità delle indicazioni del microelettrometro fra $\frac{1}{3}$ e 5 linee. In *Br. Bibl.*, *T. I*, pg. 90, tale paragonabilità è estesa fino a 20 gradi di mezza linea ciascuno.

[Nota della Comm.].

[2] In *Cart. Volt. H* 13, pg. 9, trovasi una nota di esperienze compiute il 22 gennaio 1788, nelle quali a gr. $2\frac{1}{2}$, del microelettrometro a paglie pesanti, corrisponde un grado dell'elettrometro a quadrante.

[Nota della Comm.].

qui sta il punto; e non pare, che la cosa debba essere così. Pure egli è di fatto, che una perfetta corrispondenza regna tra il primo e il secondo, e fino a un certo segno anche tra questi e il terzo, che è il quadrante elettrometro, voglio dire dentro certi limiti, cioè non sotto i 15. gradi per quest'ultimo, nè sopra i 35.; al di qua e al di là dei quali termini abbisogna un tal elettrometro di certe correzioni. Lasciando per ora cotale istrumento, di cui unitamente a tante altre cose tratterò in certi *Saggi di Elettrometria*, a cui travaglio da qualche tempo, mi restringerò qui a provare l'esatta corrispondenza dei due microelettroscopj così ne' primi come negli ultimi gradi della loro scala. Tralle infinite sperienze, che ho fatte a quest'oggetto, ne scelgo una delle più accurate, e che vale per molte, la quale porrà la cosa sott'occhio. Ho unito per mezzo d'un filo di ferro i cappelletti dei due elettrometri sicchè formassero un solo conduttore; indi vi ho infuso l'elettricità con una boccia di Leyden carica a segno di far vibrare 20. gr. l'elettrometro più sensibile, e corrispondentemente 4. l'altro men sensibile: lasciando allora decadere spontaneamente l'elettricità, quando il primo elettrometro fu venuto a $17\frac{1}{2}$ osservai il secondo a $3\frac{1}{2}$, e mano mano che scese quello a 15, $12\frac{1}{2}$, 10, $7\frac{1}{2}$, 5, venne anche questo a segnar giusto 3, $2\frac{1}{2}$, 2, $1\frac{1}{2}$, 1.

Non riesce punto difficile di notare accuratamente cotesti gradi rispettivi ne' due elettrometri, mentre allorchè sono questi in buon ordine, il decadimento dell'elettricità si fa lento lento, a segno, che vi passa più di un'ora, e talvolta più di due, e di tre, prima che s'estingua essa intieramente. Io ho fatto tali osservazioni colla massima accuratezza più e più volte, e non solamente quelle qui registrate, ma altre molte, notando tutti i gradi intermedj; e posso dire, che in tutte la corrispondenza è stata così esatta, che ho trovato il conto fino dei quarti di grado, sì per l'uno che per l'altro elettrometro.

Egli è quasi inutile il far osservare che, acciò i gradi vengano corrispondenti al segno che ho notato, conviene che la bocchetta sia quadra, e che la scala applicata ad una delle faccie piane sia fatta ad arco, cioè presenti una porzione di circolo avente i pendolini per raggio. Io soglio farla di una listarella di carta, che applico con un po' di cera o di colla: de' sottili tratti di penna distanti un dall'altro una mezza linea giusta, e tutti convergenti al centro di tal arco circolare, sono altrettanti gradi. Ora per determinare con precisione a quanti di tai gradi giunge l'elettricità, è necessario di portar l'occhio al livello della scala graduata in modo, che veggasi la punta de' pendolini rasentare il lembo interno dell'arco graduato. Richiederebbesi pur anche di osservar sempre tenendo l'occhio ad eguale distanza, e. g. d'un piede dall'istrumento, ma, come già ha osservato il Sig. DI SAUSSURE, uno o due pollici di più o di meno portano sì piccola differenza nell'osservazione, che può trascurarsi. Egli trascura eziandio l'errore, che nasce dal segnare i gradi sulla circonferenza d'una campanetta o boccia cilindrica, perchè non oltrepassando mai la diver-

genza de' suoi pendolini sei linee, si riduce anche questo errore a poca cosa; e poi perchè non pretende il Sig. DI SAUSSURE, nè può pretendere col suo strumento a tanta esattezza. Ma col mio che s'apre a più di dodici linee, e da cui posso promettermi un accordo, una regolarità scrupolosa, sarebbe peccato grande l'introdurvi un simile errore. Ecco pertanto nella forma della bocchetta, e della scala altri cambiamenti importanti, che ho fatti all'elettrometro di cui si tratta.

L'esperienza sovraesposta, e le altre analoghe, in cui fu osservata l'esatta corrispondenza di cinque gradi nell'elettrometro a paglie-sottili per ciascun grado dell'altro elettrometro a cilindretti più pesanti, seguendo tutta l'estensione della scala fino a venti e più gradi, potrebbero bastare a comprovare che tutti i gradi dello stesso elettrometro sono anche eguali fra loro, cioè che stanno sempre in un giusto rapporto colla forza dell'elettricità applicata, crescendo o scemando la divergenza de' pendolini con quell'istessa gradazione onde cresce o scema tal forza, la quale viene perciò misurata con giustezza e precisione dal numero di tali gradi. Ma giova in conferma di siffatta progressione regolarissima, di tal andamento uniforme del mio elettrometro, nel che consiste veramente il suo principal pregio, recare altre prove dirette.

Il Sig. DI SAUSSURE, occupato anch'egli a determinare l'andamento del suo, non seppe trovare un mezzo sicuro di duplicare, triplicare ecc. a sua voglia una data forza elettrica; onde ebbe ricorso all'altro mezzo immancabile di ridurre una data forza alla metà, al quarto ecc. col partire tra due conduttori eguali quella d'un solo ecc. Io mo (*sic*) l'ho trovato anche quel mezzo da lui desiderato, e me ne sono utilmente servito: ecco qual'è.

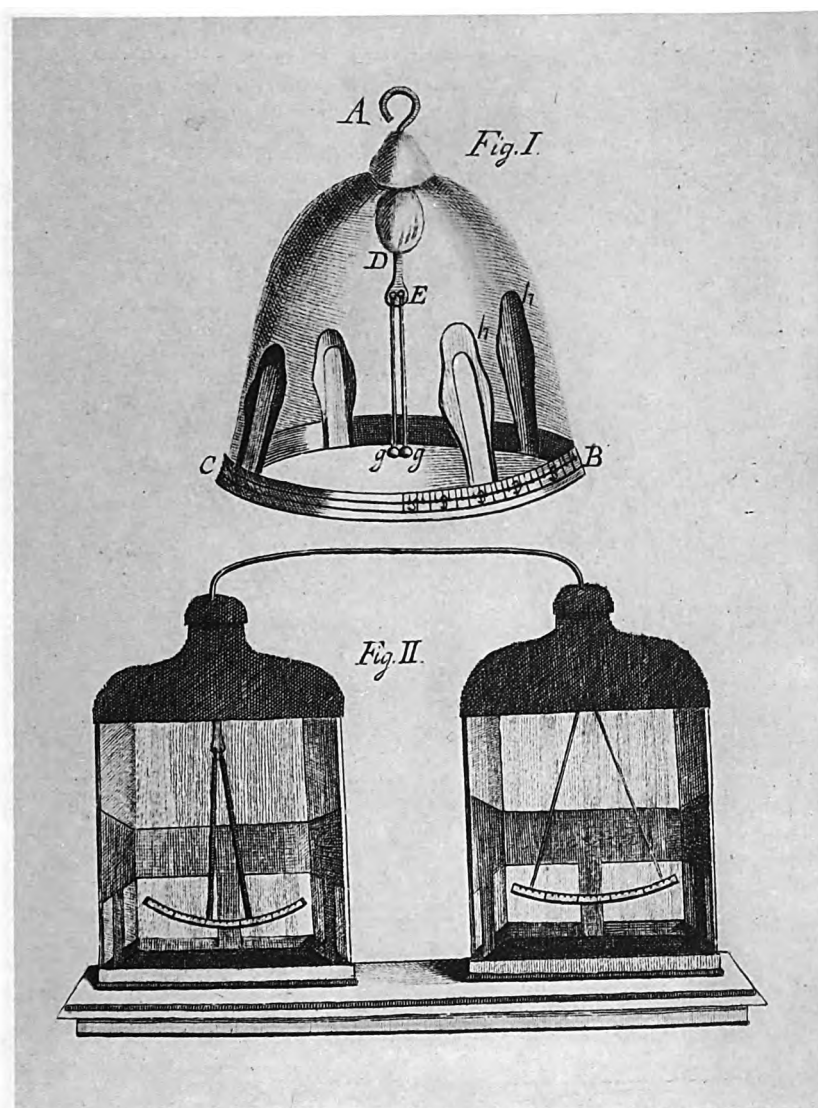
Si sa che un Elettroforo dopo le prime scintille vigorose, che eccitato di fresco fa dare al suo *scudo* o *cappello*; in seguito poi quando si è stancato molto tormentandolo; o è rimasto lunga pezza in riposo, ei ne produce sol di mediocri o di deboli; le quali però durano sensibilmente eguali in forza per lungo tempo, e tali si mostrano dopo cento e più volte, che alternatamente si è alzato e abbassato lo scudo. Assicuratomi dunque, che un tal riposo non indebolisce più almeno sensibilmente il vigor delle scintille, cui vibra ad ogni volta lo scudo alzato, per 50. 60. e più, che se ne tirino, ne ricevo 2, 3, 4, nell'uncino di una boccia di Leyden, finchè toccando con esso uncino il cappelletto del mio elettrometro vedo che fa aprire i pendolini di 1. o 2. gradi. Trovando p. e. che vi vogliono tre di tali scintille per avere 2. gradi dell'elettrometro, prosieguo a riceverne nell'uncino della boccia altre tre, ed ecco che toccato come sopra l'elettrometro, i suoi pendolini s'aprono di 4. gradi giusti: con tre nuove scintille vanno a 6. gradi, e così poi crescendo di mano in mano di sempre uguali dosi la carica della boccia si portano a 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22.

L'esperienza, come si vede, è quanto semplice, altrettanto decisiva; sicchè non lascia luogo a dubbio alcuno. Io l'ho fatta moltissime volte va-

riando e boccia di Leyden, ed elettroforo, e forza di scintille, ed elettrometro, e gradi di tensione di questo corrispondente ad un dato numero di scintille; e sempre crebbe la divergenza de' pendolini del doppio, del triplo, del quadruplo, del decuplo, se d'altrettanto cresceva la dose di carica, ossia il numero delle scintille ricevute dalla boccia di Leyden. Le ho anche mostrate tali sperienze (che ricercano niente più che alcune facili attenzioni per esser fatte a dovere), a diverse persone intelligenti, le quali ne rimasero oltremodo soddisfatte.

La principale delle attenzioni richieste è che la boccia di Leyden sia scevra affatto di elettricità, allorchè si comincia a caricarla colle prime scintille dell'elettroforo. Non debbe pertanto aver ricevuto da un pezzo alcuna carica, massime forte: perchè riesce assai difficile di spogliarnela affatto, per quanto se ne tocchino e ritocchino le due armature a un tempo. Infatti si provi dopo tali replicati toccamenti a lasciar un momento in riposo la boccia, essa riacquista tosto tanto di forza da far vibrare l'elettrometro di qualche grado; e questa forza va indi a poco crescendo a più gradi, fino a produr scintilla. Una tal elettricità, come osservò bene il cel. Padre BECCARIA, è quella, che rifluisce poco a poco dalla faccia nuda coibente, su di cui erasi per forza della carica alquanto diffusa, a' confini dell'armature, rientrando nelle quali crea una nuova picciola carica. Or se adoprisi una tal boccia apparentemente scaricata, ma disposta a ripigliare da sè un poco dell'antica elettricità, e la ripigli in fatti durante il tempo, che le si dà la nuova carica colle scintille dell'elettroforo; chiaro si vede che per un doppio, triplo, quadruplo numero di queste, tuttochè eguali in forza, risulterà la carica maggiore o minore di tal proporzione, secondo che quel tanto della sopita elettricità, che va da sè risorgendo, è di specie omologa, o contraria. Dicendo dunque, che l'esperienze non lascian luogo a verun dubbio, intendo parlare di quelle fatte colle debite attenzioni.

Un'obiezione però si presenta, ed è questa: la boccia, la quale a misura che riceve scintille dallo scudo dell'elettroforo va caricandosi, non le riceve più tutte intere, massime sull'ultimo, restandone addietro in esso scudo tanto di ciascuna, quanto fa equilibrio alla forza della carica già indotta nella boccia. Ciò è tanto vero, che se si progredisca assai oltre nella carica, lo scudo, dopo data la scintilla alla boccia, avrà ritenuto abbastanza di elettricità per dare un'altra scintilla ad un altro corpo. A meraviglia: ma quale mai, io ripiglio, è la forza di carica, a cui sale la boccia di Leyden colle 20. 30. 40., scintille deboli d'un mediocre elettroforo, nelle prove di cui qui si tratta? Tale da far muovere l'elettrometro sensibilissimo 15. 18. 20. gradi al sommo. Or tanto e non più può essere il residuo di forza elettrica, che lo scudo ha ritenuto per sè dando l'ultima scintilla alla boccia; residuo, che non giunge per avventura ad $\frac{1}{20}$ dell'elettricità che detto scudo dispiega, allorchè alzato vibra la scintilla all'uncino della boccia; mercecchè anche quando l'elettroforo è nello stato di



I. Elettrometro di Cavallo (N. LXXXIX (A)).

II. Elettrometri a paglie, resi comparabili dal Volta (N. LXXXIX (A)).

(Da Br. Bibl., T. I).

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

debolezza in cui io l'adopero, pur tende il quadrante elettrometro a 40. gr., più o meno (equivalenti a 400. del microelettrometro a paglie). Che se ha ritenuto $\frac{1}{20}$ e non più, dando l'ultima scintilla alla boccia, debbe esso scudo aver ritenuto ancor meno a proporzione dando le antecedenti scintille, mentre era la boccia meno carica: onde vedesi, che assai meno ancora di $\frac{1}{20}$ dobbiamo diffalcare dalla totalità e pienezza delle scintille; e che possiamo considerarle, salvo un così picciolo errore, come passate tutte intiere nella boccia. Dico *salvo un così piccolo errore*, che pure si osserva nella nostra sperienza, ponendovi tutta l'attenzione; tanta è l'esattezza dell'istromento: si osserva, cioè, che mancano i pendolini di un qualche mezzo grado di salire ai 16. o 20. a cui dovrebbero, secondo il numero delle scintille, arrivare. Sicchè l'obiezione svanisce; anzi rivolgesi in conferma della stupenda eguaglianza de' gradi del nostro elettrometro.

Non pare, dopo queste, che possano desiderarsi altre prove; pur non debbo tralasciare quelle fatte coll'altro mezzo sopra indicato, che è di partire in due, in quattro ecc., una data elettricità misurandola coll'elettrometro prima e dopo ciascuna divisione. Dirò dunque brevemente che tutte queste prove furono perfettamente corrispondenti, cioè che ogni volta che ho diviso per metà giusta l'elettricità, il numero de' gradi dell'elettrometro venne anch'egli precisamente alla metà, da 20. a 10., da 16. a 8., da 12. a 6., da 8. a 4. e così per tutti gli altri intermedj.

Per dimezzarla poi puntualmente, ho proceduto in tre diversi modi. Il primo fu lo stesso che adoperò il Sig. DI SAUSSURE, cioè: infusa l'elettricità, or di pochi, or di molti gradi, ad uno di tali elettrometri, la compartì per un'immediata comunicazione ad altro elettrometro simile affatto, e che andava d'accordo col primo a tutte le prove.

Il secondo modo fu di porre a confronto due conduttori assai capaci, e in tutto simili (quelli di cui mi son servito il più delle volte sono cilindri cavi d'ottone, grossi un pollice, e lunghi cinque piedi, terminanti in palle di tre pollici di diametro). Avendoli dunque perfettamente isolati in giorni favorevoli alla durata dell'elettricità, ne elettrizzava uno debolmente, tanto che potessi notarne i gradi col più delicato, o coll'altro de' miei elettrometri: allora portatogli in contatto l'altro conduttore eguale non elettrizzato, e disgiuntili di nuovo, esplorando sì l'uno che l'altro separatamente coll'istesso elettrometro, mi segnava ciascuno la metà appunto dei gradi di prima: non così però se rimaneano congiunti od assai vicini i due conduttori; poichè allora compenetrandosi in parte le atmosfere elettriche, cioè rinforzandosi colla mutua azione l'elettricità sì dell'uno che dell'altro, sorgea in ambedue a maggior *tensione*, e l'elettrometro vibravasi più alto; siccome accade ogni volta che s'affacciano due conduttori animati dall'istessa elettricità. Voi, Signore, comprendete, e tutti quelli che hanno un'idea dell'azione delle

atmosfera elettriche comprenderanno facilmente una tal cosa, senza ch'io più mi trattenga a dichiararla.

Il terzo mezzo finalmente, di cui mi son servito più spesso, è stato di dividere tra boccie di Leyden affatto eguali delle picciole cariche misurabili da' miei elettrometri. Ne ho varie di cristallo di Boemia in tutto simili per grandezza, spessezza di vetro, ed armatura. Adunque caricatane una sì, che facesse vibrare i pendolini dell'elettrometro un numero di gradi qualunque, dai due fino ai venti, la scaricava sopra d'un'altra scevra d'ogni elettricità, portandone in contatto ventre a ventre, ed uncino ad uncino, e tenendovele così unite per un buon mezzo minuto: dopo ciò, toccando sia coll'una, sia coll'altra l'istesso elettrometro, osservava immancabilmente che saliva questo appunto con tal carica dimezzata alla metà dei gradi, a cui era salito dianzi colla carica intiera. Ho avuto piacere talvolta di scaricare una boccia sopra due altre eguali, ripartendo così la carica a tre; ed ho osservato pure, che l'elettrometro dopo tal riparto marcava un terzo giusto dei gradi di prima, e. g. 6, se erano stati 18.

Quest'ultime sperienze colle boccie di Leyden, dirette a verificare l'esatta eguaglianza de' gradi nell'elettrometro costruito alla mia maniera, riescono generalmente meglio, che le altre coi semplici conduttori; atteso che una boccia di Leyden ben costrutta conserva lunga pezza, anche in tempi men propizj, una carica d'egual forza, nè per poco si debilita; e ciò attesa la sua grande *capacità*: la qual cosa non ha luogo per i semplici conduttori, l'elettricità de' quali, comunque si abbia cura di tenerli isolati a dovere, decade a vista d'occhio se l'aria non è ben secca. Le mie boccie, che hanno il collo incrostato di ceralacca, mantengono nelle giornate più umide una carica di 20. gradi del microelettrometro per un quarto d'ora e più, senza alcuna sensibile diminuzione: del che m'accerto ritoccando colla stessa boccia l'elettrometro a varj intervalli dentro tal tempo. Ma se per questo riguardo riescono più esatte ed agevoli tali prove colle boccie di Leyden, e possono farsi con buon successo in ogni tempo; per altra parte è assai più difficile il procacciarsi due boccie, che due semplici conduttori della stessa stessissima *capacità*, come si desiderano; giacchè se per questi ci basta che abbiano forma e dimensioni eguali, per quelle debbe aversi riguardo inoltre alla sottigliezza del vetro, che tanto contribuisce alla *capacità* delle medesime. Alcune attenzioni poi ricercansi nello sperimentare colle boccie, per non cader in errore: oltre quella poc'anzi accennata, di far durare qualche tempo il contatto mutuo de' due uncini, per ben compartire la carica, senza di che la boccia che fu caricata ne ritiene alquanto più della metà, e meno ne passa all'altra; debbesi soprattutto osservare anche qui, che sia immune veramente di elettricità la boccia che si prende per tale, e a cui vuolsi comunicare l'elettricità dell'altra caricata; e quindi che non abbia ricevuto già da lungo tempo alcuna carica, la

quale, comunque apparentemente svanita affatto, potrebbe in qualche grado ristabilirsi, rifluendo dalle faccie nude, nelle armature (come si è sopra osservato), ed alterare così il risultato.

Tale è l'altra serie di prove con cui ho accertata la marcia uniforme regolarissima de' miei elettrometri a paglie, e la perfetta corrispondenza de' loro gradi. A proposito della quale debbo far osservare una cosa, che sembrerà a prima giunta una soverchia minutezza, ma che pur debbe molto valutarsi, sotto pena d'incorrere in errori notabilissimi. Essendo le paglie grosse e. g. di un quarto di lin. (quelle del elettrometro più sensibile voglion essere piuttosto di meno, ma quelle del secondo, che segna un grado solo per cinque del primo, notabilmente più grosse, e. g. di mezza lin. o d'avvantaggio), supposto che pendano contigue, i loro assi disteranno pure di un quarto di lin., che viene ad un mezzo de' miei gradi. Ma già non è bene che si tocchino; per la ragione, che non obbediscono allora alle minime ripulsioni elettriche, vinte rimanendo queste dall'attrazione di adesione che ha luogo in tutta quella linea di contatto: in prova di che, se accosterete bel bello al cappelletto dell'elettrometro e. g. un pezzo di ceraspagna leggermente strofinato, per poco non s'apriranno le paglie; e sol quando s'avvicini dippiù il corpo elettrico, si staccheranno tutto ad un tratto con violenza, facendo un salto di due o tre gradi. È dunque meglio che pendano naturalmente a qualche picciola distanza, supponiamo d'un altro quarto di linea, per cui gli assi loro troverannosi in distanza di una mezza lin. vale a dire di un grado giusto della mia scala: ciò, dico, è più spediente, affinchè non abbia luogo l'accennato inconveniente, e le paglie siano più obbedienti. Ma stando così, lo sono poi a segno di risentire un elettricità di un mezzo, o di tre quarti di grado? Non già: anzi non risentono neppur quella di un grado intiero; e quando giunga ad uno e mezzo, o due gr., si scostano di un mezzo, o di uno, e nulla più: cioè gli assi delle paglie vengono allora a segnare uno e mezzo, o due gr. compreso quell'uno che già segnavano allorchè senza punto di elettricità pendevano esse parallele: la qual cosa dee certo cagionare sorpresa.

Ho voluto provare, se lo stesso avvenisse facendo pender parallele le paglie a tale distanza, che gli assi delle medesime si trovassero a tre quarti, e fino ad una lin. di distanza, cioè stessero in mira ad uno e mezzo, e fino a due gr.; ed ho trovato, che anche allora rimangono ove sono, o appena fan qualche cenno di moto, senza scostarsi notabilmente, per un'elettricità di uno e mezzo, o di due gr.

Vedesi dunque come, allorchè si vuol misurare la forza elettrica con tali elettrometri, non accade far conto di quanti gradi e frazioni di grado si siano dilungate le paglie dal sito lor naturale, o computare quanti ne abbiano realmente scorsi; ma che debbesi semplicemente osservare qual numero di gradi segnino appunto gli assi delle medesime, e contarli per altrettanti gradi di

elettricità, senza detrarne cioè i gradi o le frazioni di grado, di cui si tengono i detti assi delle paglie naturalmente discosti allorchè giacciono esse parallele e inerti. La qual cosa riesce assai comoda, perciocchè la semplice ispezione ne fa giudicare a dirittura della forza dell'elettricità.

Se mi domandaste quali sono le sperienze, con cui accertato mi sono di ciò, che ora qui avanzo, vi risponderai: quelle stesse, che valsero a provarmi l'andamento uniforme del mio elettrometro a paglie per tutto il resto della scala; voglio dire, tanto quelle di partire per metà giusta una data forza elettrica, quanto le altre tutte mie di duplicarla, triplicarla ecc. a talento. Quando a cagion d'esempio pendendo le paglie parallelamente, scevre d'ogni elettricità, i loro assi distavano tre quarti di lin. cioè un grado e mezzo della scala, se una boccia di Leyden caricata con tre scintille dell'elettroforo le rimuoveva tanto solo, che giugnessero i detti assi a due gr. cioè a compir giusto una linea di distanza; ognuno creduto avrebbe, che cotal forza elettrica dovesse estimarsi di un mezzo gr., poichè di tanto e non più s'eran mosse le paglie dal lor sito naturale; e che per conseguenza raddoppiando con tre altre scintille eguali la carica della boccia, dovesse poi questa promuovere la divergenza delle paglie d'altrettanto, cioè dai due gr. ai due e mezzo. Ma trovai, che la cosa va altrimenti; perocchè questa doppia carica porta dette paglie (intendasi sempre i loro assi) a quattro gr.; e così poi una carica tripla, formata cioè da nove scintille, le porta a sei gr., una quadrupla formata da dodici scintille a otto gr. ecc. Lo stesso avviene, dividendo per metà giusta (coll'uno o coll'altro dei metodi sopra esposti) quell'elettricità, che fa indicare alla punta delle paglie e. g. quattro gr.; giacchè cadono esattamente a due, che vuol dire ad un mezzo gr. solamente sopra il lor sito naturale.

Dal che si vede, che l'errore sarebbe del quadruplo, se quell'elettricità, che comincia a muovere le paglie di un mezzo grado, e di tanto solo le tien sollevate sopra la naturale lor posizione si giudicasse anch'essa di sol mezzo grado, quando nel caso, che abbiám supposto, deesi valutare di due gradi e che ebbi ben ragione di dire, che tali minute osservazioni che sembrar potrebbero soverchie, sono della più grande importanza.

Ora da tutto ciò ricaviamo ancora, che se non è bene, che le paglie, allorchè pendono parallele, siano al contatto, è però assai vantaggioso di molto che distino il meno possibile, e che siano il più possibile sottili, e dirittissime, acciò i loro assi stian dentro di un grado. Se staran dentro di un mezzo (il che si può fare scegliendo fili di paglia non più grossi di un sesto di lin. e adattandoli con diligenza), tanto meglio; poichè allora cominceranno a risentirsi d'un'elettricità di un mezzo grado. Più di così non ho potuto ancora ottenere, quantunque nella mia scala io possa benissimo discernere anche i quarti di grado. Ma a vincere l'inerzia delle paglie, ad ismoverle a principio, essendo già un pelo distanti, come lo devon essere, vi va una forza elettrica maggiore di

un quarto di grado; siccome poi vuol essere di più di un mezzo, e di più di un grado intiero, se di tanto distino già da loro gli assi delle paglie, secondo che ho mostrato.

Ma e perchè mai la forza elettrica di un mezzo, di uno, e fin di due gradi non si fa punto sentire, o almeno non produce alcuna sensibile divergenza, ma un leggier cenno appena di moto, una certa qual librazione delle nostre paglie, allorchè pendono già da sè a cotali intervalli? Chi dicesse che l'atmosfera elettrica non giunge ad estendersi più in là di quei termini, cioè che i suoi confini sono appunto per l'elettricità di un mezzo grado ad un quarto di linea dal centro, cioè dall'asse di ciascun pendolino; per quella di un grado ad una mezza linea, per quella di due gradi ad una linea ecc.; e che poi il peso de' detti pendolini leggerissimi debba valutarsi zero, cedendo essi senza alcuna notabile resistenza, e prendendo a divergere, tosto che l'atmosfera elettrica pur coll'estremità sua gli arriva, non andrebbe forse lontano dal vero. Ciò potrebbe anche in qualche modo render ragione del divergere che fanno giusto giusto del doppio, del triplo, del quadruplo ecc. per tutto il resto della scala, con applicarvi doppia, tripla, quadrupla forza elettrica. Ma lasciando da parte queste supposizioni, ed altre che potrebbero farsi, lasciando tuttocchè riguarda direttamente o indirettamente la spiegazione, mi attengo per ora al semplice fatto, che è quello che m'importa di far conoscere.

Provata avendo in tutte le maniere possibili la perfetta eguaglianza de' gradi, e l'andamento sempre uniforme dell'elettrometro a semplici paglie, o a cilindretti di legno senza pallottole, non sarà fuor di proposito di farne un confronto con quello a pendolini di fil metallico con pallottole. Dirò dunque, che provato avendo con queste, comunque picciole e leggieri, ho visto che la faccenda non cammina più bene; non avendo luogo con simili elettrometri la stessa regolarità. Infatti egli è ben lungi che un'elettricità doppia, tripla, quadrupla, faccia divergere tai pendolini nella medesima proporzione. Dirò ancora, che il Sig. DI SAUSSURE fu il primo, siccome a far alcune delle sopraccennate prove, cioè quelle di dividere una data elettricità tra due de' suoi elettrometri portandone immediatamente in contatto gli uncini, così a notare un tal difetto dell'istrumento; e che il primo si studiò di trovarvi un compenso. Convinto egli di quanta importanza sarebbe il conoscere in qual rapporto stessero i gradi del suo elettrometro colle forze dell'elettricità, s'accinse a costruire sopra alcune di tali esperienze una tavola di correzione. Ecco le fondamentali, che ci riferisce nell'opera ed articolo già citati. Elettrizzato uno di questi elettrometri perfettamente eguali a segno che le palline si scostassero precisamente di 6. linee; indi toccatone l'uncino con quello dell'altro elettrometro, che non era punto elettrizzato, vide che ambedue segnarono una divergenza di 4. linee, in luogo di segnarla, come conveniva di 3.: spogliato uno dei due elettrometri d'ogni elettricità, e portato di nuovo in contatto dell'altro,

che riteneva tuttavia quella di 4. linee, in luogo di ridursi nell'uno e nell'altro a due linee, si compose a 2, 8: diviso per egual modo questo residuo d'elettricità, ebbero le pallottole in ambedue gli elettrometri linea 1, 9 di divergenza; dal qual segno caddero ad 1. linea giusta colla quarta divisione. Su questi dati egli ha dunque calcolata la sua tavola di correzione da un quarto di linea (facendo di questa picciolezza i suoi gradi) fino a sei linee: nella quale tavola si può vedere, come alle divergenze di 1. linea di 2., di 4., di 6., corrispondono le forze dell'elettricità nella seguente ragione cioè 4., 10., 32., 64: e in proporzione per i gradi intermedj.

Quanto mai dunque non s'allontana un tal elettrometro a pendolini di fil metallico con pallottole da quella eguaglianza e comparabilità di gradi, di cui gode il mio a semplici paglie? E quanto non è questo preferibile a quello perciò appunto, che non ha bisogno di alcuna correzione? Non è certo un vantaggio da poco, che i suoi gradi, corrispondansi esattamente, crescendo e diminuendo nella stessa stessissima progressione aritmetica, con cui cresce o scema l'elettricità; e che cotesta puntuale regolarità abbia luogo non solo sino alla divergenza di sei linee, ultimo termine nella succennata tavola del Sig. DI SAUSSURE, ma sino alla divergenza di dieci, dodici e fin tredici linee, cioè di 20, 24, e 26 de' miei gradi: e ciò non solo nel primo elettrometro a paglie sottilissime, ma nel secondo pur anco a paglie grossette, o pendolini di legno solido. In questo modo io ho con cotesti due elettrometri da poter misurare distintamente, e con tutta l'esattezza desiderabile, mediante la semplice ispezione, ben 100. gradi di elettricità; i quali essendo segnati colla distanza di mezza linea ciascuno, lasciano campo all'occhio di giudicare de' mezzi gradi, e per l'elettrometro a paglie sottili fino dei quarti. E cosa mai può desiderarsi di più in genere di delicatezza e di comparabilità d'un istrumento fisico? Chi creduto avrebbe, che ne fosse a tal segno suscettibile l'elettroscopio, onde meritarsi a giusto titolo il nome di *elettrometro*? E che tale divenisse per una costruzione così semplice?

Mi si dirà forse, che per la perfezione di tale strumento non basta che siano perfettamente eguali e comparabili tra loro i gradi dello stesso elettrometro, ma che debbono essere comparabili quelli d'uno con quelli d'un altro costruito su medesimi principj, che debbono in somma potersi fabbricare da qualsiasi artefice, e dovunque cotesti elettrometri in modo, che siano perfettamente d'accordo e diciam così *unissoni*, come unisoni si costruiscono e. g. i termometri: il che non pare certo potersi eseguir facilmente, richiedendosi tante cose perfettamente eguali, cioè lunghezza, grossezza, e peso delle paglie, siccome degli anellini di sospensione, e mobilità de' medesimi negli occhietti della lastretta, larghezza della boccetta che li racchiude ec.: una delle quali cose che manchi d'essere eguale, non si vibreranno egualmente i pendolini, non misureranno un pari numero di gradi per egual forza di elettricità. Ora qual fia il modo di cogliere giusto in tutti questi punti?

Ma svaniranno in gran parte queste difficoltà, quando si avrà provato, che una discreta mobilità di sospensione, senza che sia la maggiore possibile, permette alle pagliuzze di scostarsi quanto porta la ripulsione elettrica; e che l'istesso è del volume e peso un poco più o un poco men grande di esse paglie, quando siano del numero delle sottili. Io certo ho osservato pochissima differenza tra paglie di un ottavo e di un quarto di linea; giacchè quando eran lunghe e queste e quelle egualmente, e. g. due pollici, l'elettricità che facea divergere un pajo delle prime 20. de' miei gradi, portava anche un pajo delle seconde a più di 18; sicchè la differenza non arriva a un decimo, malgrado una doppia grossezza, e un peso più che doppio. Se pertanto nello scegliere i fili di paglia, la grossezza de' quali conveniente per l'elettrometro più sensibile potrebbe fissarsi all'incirca di un sesto di linea, uno s'imbatta a prenderle di un quarto, o di un quinto più grosse che un altro, la discrepanza ne' gradi segnati da due elettrometri non verrà maggiore di un quarantesimo, o di un cinquantesimo; e probabilmente non sarà neppur tanta, e potrà quindi trascurarsi. Io mel so quanto poco influisca la grossezza e il peso delle paglie, da poichè tentando di ridurre il mio secondo elettrometro a segnare un grado solo per 5. del primo, quasi non trovai paglie grosse abbastanza; e poichè le troppo grosse mi coprivano i gradi in modo, ch'io non potea poi ben distinguerli, e molto meno distinguer potea le frazioni di essi, dovetti, scelte paglie di grossezza mezzana, renderle molto più pesanti riempiendone il vano, parte con degli stecchetti di legno, parte con filo metallico non così sottile; oppure dovetti sostituirvi de' cilindretti di legno solido.

Quello che più di tutto, e quasi unicamente influisce a fare che segnino l'estremità delle paglie un maggiore o minore numero di gradi, si è la loro lunghezza. Ho tagliato or un quarto, or un terzo, or una metà a un pajo di fili di paglia che eran lunghi due pollici, e il numero de' gradi misurati per egual forza di elettricità sulla solita scala divisa in mezze linee, è stato prossimamente d'un quarto, d'un terzo, della metà minore, corrispondente cioè all'accorciamento delle paglie: novella prova che il peso delle medesime poco o nulla influisce; poichè una data forza di elettricità le apre tutte, più o meno grandi che sieno, presso a poco ad un medesimo angolo. Ma se da una parte la lunghezza maggiore o minore delle paglie influisce cotanto sul far loro percorrere più o meno gradi della stessa scala che rasentano colle loro estremità, onde la differenza di poche linee porterebbe un errore notabile; dall'altra parte non vi è niente di più facile che di schivare un tal errore, dando alle paglie precisamente l'istessa lunghezza in tutti gli elettrometri di questa specie, ed ai gradi l'istessa distanza. La lunghezza ch'io ho prescelta, e in cui sarebbe bene che convenissimo tutti, è di due pollici parigini, e la distanza dei gradi di una mezza linea.

Non debbo lasciar di dire, che questa massima influenza della lunghezza

delle paglie e minima del loro peso, nel far che le loro estremità si scostino dippiù, ne offre un mezzo facile, e sicuro di ridurre un secondo elettrometro a segnare coll'istessa forza di elettricità quel numero di gradi minore, che si vuole. Tal mezzo, come ben si vede, è di accorciare quanto occorre le paglie: in che fare non essendo facile di coglier giusto a un tratto, fia bene procedere a più riprese, troncandone poco per volta, massime allorchè si è vicino al punto che si vuol ottenere. Io ho trovato, che si può senza inconveniente accorciarle fino della metà, ridurle cioè alla lunghezza d'un pollice solo: ma non ad una molto minore; altrimenti non sussiste più la comparabilità, se non di pochi gradi, fino a 10., 12., o 15. al più, mancando pel resto della scala. Pertanto desiderandosi un elettrometro, i cui gradi siano con quelli del più sensibile in un rapporto maggiore di uno a due, e. g. nel rapporto di uno a quattro, o di uno a cinque, per non abbreviare di troppo le paglie, converrà sceglierle grossette, e renderle inoltre più pesanti con riempierne il vano, oppure sostituirvi de' cilindretti di legno solido, come già ho accennato. Io dando a cotai cilindretti o alle paglie ripiene la solita lunghezza di due pollici, li fo tali da principio, e sì pesanti, che s'aprano, e. g. un grado e mezzo con quell'elettricità, che fa aprire di cinque le paglie leggerissime dell'altro elettrometro più sensibile (e così s'aprano per 10. gradi di questo 3; per 20., 6^[1] ecc.): di che assicuratomì con varie prove, passo ad accorciare cotesti pendolini un pochetto per volta, ripetendo sempre con somma accuratezza le prove, finchè li riduco al segno desiderato, di aprirsi cioè per tai 20. gradi soltanto 4. per 15. 3. ecc.

Resta per ultimo ch'io osservi qualche cosa circa la maggiore o minor larghezza della boccetta in cui racchiudonsi i pendolini. Dirò dunque quello che l'esperienza mi ha insegnato, non doversi cioè far caso d'un mezzo pollice più o meno; dappoichè ogni boccetta quadra larga da venti in ventisei linee è egualmente buona. Non è che non serva eziandio una più picciola; ma vien buona soltanto per un minor numero di gradi; giacchè i pendolini non possono aprirsi nè di 24, nè per avventura di 20. gradi, se la boccetta abbia sol quattordici o diciotto linee di larghezza, senza essere portati a gettarsi sopra le pareti della medesima, le quali per esser vicine gli attraggon fortemente.

Che dunque? converrà una boccia larghissima acciò restino que' pendoli assai distanti? Neppur questo; poichè nasce allora un altro inconveniente; ed è, che ove diffondasi un poco di elettricità nell'aria di tal boccia, vi si mantiene per qualche tempo, non valendo ad involargliela tosto le fascie metalliche, di cui vestite sono le interne pareti, appunto perchè troppo distanti.

[¹] In Br. Bibl. ed Ant. Coll. trovasi, evidentemente per errore tipografico, « 0 » invece di « 6 ».

[Nota della Comm.].

Or una tale elettricità, che dura un tempo notabile nell'aria circostante i pendolini, agisce sopra di essi, e li fa divergere in certo modo spontaneamente, senza cioè che loro s'infonda o si applichi alcuna esteriore elettricità; facendoli poi in contraccambio divergere d'altrettanto meno, ove si applichi loro un'elettricità della stessa specie; e d'altrettanto più, ove se ne applichi una contraria a quella dianzi imbevuta da tal aria rinchiusa nella boccia: dal che si vede quanto venga turbato il giuoco dell'elettrometro, e i suoi segni diventino equivoci. Dirò anche, che ha luogo un cotal poco simile inconveniente nelle boccette larghe solo due pollici, o poco più, qualora s'insista lungo tempo ad infondere ne' pendolini un'elettricità discretamente forte, di 18, o più gradi; osservandosi come, dopo averla distrutta ne' pendolini stessi, col toccare il cappelletto metallico a cui appartengono, continuano tuttavia per qualche minuto a tenersi di un grado, ed anche più divergenti. Egli è perciò, che scelgo più volentieri delle boccette larghe solo da venti in ventidue linee, le quali sono anche più comode da portarsi in tasca.

Schivate queste imperfezioni procedenti dalle boccie troppo grandi o troppo picciole, e ritenuto ciò che ho fatto osservare tanto relativamente alla mobilità de' punti di sospensione, quanto alla grossezza, e peso delle paglie, ma soprattutto quello che riguarda la loro lunghezza, io non dubito punto, che tutti gli elettrometri di questo genere non abbiano a corrispondersi con sufficiente esattezza, a riuscire cioè *unissoni*, da chiunque e in qualunque luogo vengano costrutti, a Ginevra, a Parigi, a Londra, a Berlino. Allora tutti i Fisici, riportando le proprie sperienze di elettricità ad una misura comune, invece delle indeterminate ed arbitrarie, di cui si valsero fin qui, verranno ad intendersi perfettamente fra loro.

Sarà però necessario di portare ad un determinato rapporto coll'elettrometro di cui parliamo, atto solo a misurare una debolissima elettricità, anche gli altri elettrometri capaci dell'elettricità forte, e fortissima: converrà, dico, che i gradi di questi rispondano a un certo determinato numero di gradi di quel primo, che vuolsi stabilire per elettrometro fondamentale.

Trattandosi di un'elettricità quattro o cinque volte solamente più forte, ho già insegnato come se ne possa costruire uno sulla stessa foggia atto a misurarla. Ma ciò è ancor picciola cosa, anzi picciolissima, rimpetto all'elettricità, che si manifesta con vigorose scintille, rimpetto a quella cotanto vivace delle ottime nostre macchine, e alla strepitosa de' conduttori atmosferici in occasione di qualche temporale. Per cotal forza di elettricità non è a sperare, che alcun elettrometro a boccia possa servire; giacchè per quanto grossi si facessero i pendolini, dovendo essere senza palla toglier loro non si potrebbe di profondere gran parte dell'elettricità, che ricevessero; e questa allora trasmessa alle pareti della boccia vi si affiggerebbe, se nude fossero, verrebbe dissipata, se vestite di lamine metalliche: in ogni caso agirebbero

dette pareti fortemente sopra i pendolini, in modo di turbarne affatto l'uniforme graduata divergenza, sulla quale non potendo noi più contare, sarebbe tolta ogni comparabilità. Ma non potrebbe prendersi, affine di schivare tal errore una boccia assai larga? Rispondo che si cadrebbe allora nell'altro inconveniente, di cui ho già parlato, se non peggiore, eguale al primo; giacchè distando moltissimo le pareti della boccia dai pendolini, l'aria rinchiusa che li circonda, riceverebbe essa l'elettricità, che quelli tramandano, e riterrebbe tenacemente per delle ore, non lasciando per tutto quel tempo di agire considerabilmente sopra i pendolini ec. È duopo dunque per l'elettricità forte ricorrere ad un elettrometro d'altra forma. Or io non trovo nulla di meglio che il *quadrante elettrometro* di HENLEY. Già da varj anni essendomi applicato a perfezionarlo, vi ho fatte varie mutazioni, e aggiunte. In seguito alle quali avendo trovato con mio grande stupore, e non minor soddisfazione, come riuscivano perfettamente comparabili, vuo' dire eguali i suoi gradi, almeno dai 15 fino ai 35, e poco men che tali anche altri cinque sotto, ed altri cinque sopra quindi dai 10. fino ai 40. (parlo di gradi di circolo), avendo, dico, trovato che dentro tali limiti non eravi bisogno di alcuna correzione, intrapresi moltissime altre sperienze colla maggior attenzione possibile; onde poter determinare accuratamente il fallo di ciascun grado inferiore ai 15, e di ciascuno superiore ai 35., per quindi apporvi la giusta correzione, e ridurli tutti comparabili: il che mi riuscì con grande stento di fare, e costrussi le mie tavole di correzione che pubblicherò un giorno nell'opera, a cui travaglio da qualche tempo, e che ha per oggetto l'Elettrometria in tutta la sua estensione. Dirò qui intanto, che sorpreso di tale regolarità di marcia per tutto l'indicato numero di gradi, la qual non si vede come possa conciliarsi colle forze meccaniche elevanti i pendoli, non lo fui punto di trovare, che sopra i 35. e massime sopra i 40. cominciasse ella a mancare, e riuscissero i gradi sempre più piccioli, riflettendo, indipendentemente dal calcolo meccanico, come il pendolo del quadrante elettrometro, il quale dapprima risente la ripulsione elettrica soltanto dalla parte inferiore dello strumento, cioè della colonnetta al cui mezzo è appeso, vien dopo una certa elevazione ad essere ripulso anche dalla parte di essa colonnetta superiore al punto di sua sospensione, e sempre più ripulso in ragione, che si solleva d'avvantaggio. Ma ben mi fece meraviglia il vedere, come lo stesso pendolo fa più piccioli che i medj, anzi picciolissimi i primi suoi gradi, a segno che non s'alza che d'un grado solo del quadrante per una forza elettrica del valore di circa tre, comparativamente a quelli compresi tra i 15 e i 35 o 36.

Dirò ancora, e ciò non per farmi merito d'un' anteriorità, che poco rileva, ma per puro amor del vero, ch'io mostrava già questo quadrante elettrometro perfezionato a un buon segno fin dall'anno 1781, e al principio del 1784 anche la comparabilità dei suoi gradi dentro i limiti asse-

gnati [1]; facendo vedere, come collocato cotesto elettrometro a dovere, cioè all'estremità del conduttore in modo, che non abbia a rimaner punto involto dall'atmosfera elettrica, se venivasi a dividere la forza elettrica per metà, sia tra due semplici conduttori, sia fra due boccie di Leyden, di capacità perfettamente eguali, 36. gradi venivano giustamente a 18; 34 a 17; 32 a 16; e finalmente 30 a 15. Il che poi non aveva luogo col dimezzare un'elettricità portata al di sopra, o al disotto di tai limiti; mentre dividendo e. g. quella che teneva elevato il pendolo a 60. gradi cadeva questo assai meno della metà, venendo poco sotto ai 40; e dividendo similmente per metà quella che alzava il pendolo a 70., discendeva esso soltanto ai 50. circa: all'incontro dimezzando e. g. 15 gradi, cadeva il pendolo più della metà, cioè fino ai 6; dimezzando 10, s'abbassava ai 3 circa ecc. Tralle persone, a cui ebbi il piacere di mostrare in quell'anno stesso verso la fine di primavera in un coll'istrumento vieppiù perfezionato tali mie sperienze, e le tavole di correzione già in gran parte costrutte (fino al grado 75 del quadrante, che ne dinota di veri circa 120.), nomino a cagion d'onore il Sig. Commendatore DOLOMIEU valente Naturalista, e il Sig. BUTTINI di Ginevra il figlio, Fisico e Chimico eccellente, il quale ne rimase così soddisfatto, che desiderò da me una descrizione di tal elettrometro coi miglioramenti fattigli, e le indicate tavole di correzione.

Il Sig. DE LUC trovò anch'egli (senza nulla sapere probabilmente delle mie sperienze) la stessa corrispondenza, e comparabilità di gradi, dentro a limiti presso a poco eguali, per i suoi elettrometri, diversi, ma non molto, da quelli di HENLEY e dai miei; e ne restò pur esso sorpreso, com'io lo fui, riflettendo, che giusta i principj meccanici un pendolo non deve già per doppia forza venir sollevato d'un doppio numero di gradi, ma assai meno. Come mai dunque, egli va meditando nella prima parte della recente sua opera *Idées sur la Météorologie* stampata a Parigi nel 1786, e pervenutaci ha qualche mese solamente, come mai può una forza elettrica applicata all'elettrometro a pendolo, elevar questo a un numero di gradi, che siegua la proporzione aritmetica di detta forza, doppia, tripla, quadrupla ecc.? Egli ha cercato di spiegare in qualche maniera tal cosa; e come nulla sfugge alla sua sagacità, ha toccato con molta giustezza un punto, che a mio giudizio ancora può valere molto a rendere ragione del fenomeno. Non mi tratterrò io qui a ragionarne, per non dilungarmi troppo; tanto più che essendo senza dubbio nota a voi, mio Signore, questa nuova opera di DE LUC, avrete presenti sì le sue idee (molte delle quali invero troppo ipotetiche e trascendenti), che le serie di sperienze,

[1] Nel N° LIV, del Vol. IV sono pubblicati Mns. riguardanti le correzioni da apportare all'elettrometro a quadrante: fra questi Mns., Cart. Volt. E 6 è una lettera, in data « 21 Luglio 1784 », scritta ad uno scienziato di Ginevra, nella quale il V. espone le modificazioni apportate all'elettrometro a quadrante, e le correzioni da farsi nella lettura delle misure. [Nota d. Comm.].

parte da lui fatte, parte progettate soltanto, che riguardano l'elettrometria. Soggiungerò solo, che ella è ancora più mirabile questa gradazione esattamente corrispondente alle forze dell'elettricità ne' miei microelettroscopj a semplici paglie, poichè comincia dal bel primo grado, e siegue fin oltre ai 20, siccome ho fatto vedere; laddove per i quadranti elettrometri non comincia che dai 14., o 15. gradi all'insù, venendo meno al di sotto di tal termine, e massime pei gradi primi primi, in modo, come ho già fatto osservare, che per cinque veri non ne segna il pendolo che tre, e per tre appena uno, o poco più.

La qual variazione pe' gradi inferiori, anzi infimi, non pare che sia stata notata dal Sig. DE LUC; ed è pur tale, che può indurre in grandissimi errori, e riesce sommamente incomoda, perciò appunto che cade sul bel principio della scala. Non è già ch'io non abbia con esperienze le più accurate trovata la correzione che dee farsi anche quì per ciascuno di questi gradi inferiori ai 15., e ch'io non sappia quindi valutarli al giusto, quando l'occhio arriva a ben discernarli; ma è pur disgustoso, che un tal elettrometro sia così duro a muoversi da principio, quando anzi vorrebbesi che fosse più sensibile, sicchè non segni, o segni appena un grado per un'elettricità, che dovrebbe farlo andare a tre circa, e così poi non segni che una frazione indiscernibile, o quasi, per un'elettricità di uno e di due gradi. Ma di ciò avrò luogo di parlare ampiamente allorchè ne' miei *Saggi d'Elettrometria* verrò a descrivere l'istrumento con tutto ciò che riguarda sì la sua costruzione, che il suo miglior uso, e soprattutto la correzione dei gradi.

Quello che fa al presente mio argomento, e che ho in vista di proporre quì, si è la riduzione del quadrante elettrometro ad un rapporto determinato col micro-elettrometro, ossia elettrometro più sensibile ch'io ho designato per elettrometro fondamentale, in maniera che ogni grado di quello (intendasi ridotto colla correzione al suo giusto) corrisponda e. g. a dieci gradi di questo. Io ho portato facilmente il mio quadrante-elettrometro a un tal segno, armando l'estremità del suo pendolino (che è di una paglia di mezzana grossezza, lungo quattro pollici, e scorre tra due semicerchj graduati di due pollici di raggio), d'un globetto di midollo di sambuco del diametro di tre linee circa. Or tal grossezza della pallottola, ben rotonda, e liscia quant'è possibile, basta, perchè non sputi l'elettricità, se non portato il pendolo d'alcuni gradi sopra i 40., che valgono, giusta l'anzidetto ragguaglio, 400. gradi del micro-elettrometro.

Ma l'elettricità a questo segno non è per anco molto forte: essa non arriva neppure ad un terzo della carica, che può sostenere una boccia ordinaria di Leyden. Ho dunque diversi quadranti elettrometri alquanto men sensibili, cioè a palla più grossa, i quali non ispruzzano ancora l'elettricità forte a segno di sollevare il pendolo a 70 gradi del lor quadrante; e di questi mi valgo per misurare l'elettricità più intensa, facendo le debite correzioni, giusta le mie

tavole, per tutti i gradi al di sopra dei 35. e massime dei 40. Convengo però che se si potesse far senza di tali correzioni, e giudicare a dirittura dei gradi della semplice ispezione, fora assai meglio; quindi è, che adottando ciò che propone il Sig. DE LUC nell'opera di già citata, più volentieri m'appiglio all'espedito di costruire, per la misura di quelle elettricità che anderebbero ai 50. 60. 70. e più gradi, un altro elettrometro con palla assai più grossa ancora, il quale riesce così anche men soggetto a disperderla con ispruzzi spontanei. Questo pendolo dunque vuolsi caricare d'una palla così grossa, che non abbia egli mai a sputare, nè ad oltrepassare, per la più forte carica che si può dare ad una boccia di Leyden, i 35. o al più i 40. gradi del suo quadrante: e allora cesserà il bisogno d'ogni correzione fino a tal punto; e al più una picciola se n'avrà a fare per que' pochi gradi che stan sopra ai 35. Ciò ritenuto, vuo' ridurne uno al segno, che per cinque gradi del primo quadrante elettrometro suo compagno, non marchi che un grado solo (*a*) (mettendoli così nell'istesso rapporto in cui stanno tra loro gli altri miei due elettrometri a boccetta). Un grado allora di questo quadrante elettrometro secondo ne varrà 10. del secondo a boccetta, e 50. del primo fondamentale; così 35. ne varranno corrispondentemente 350. di quello, e 1750. di questo; in fine 40. (con piccola correzione) 400. dell'uno, e 2000. dell'altro: alla qual forza non giunge mai la carica di una boccia di Leyden; essendo la massima che può portare, senza o scaricarsi spontaneamente, o venire spezzata (secondo che ho potuto computare) di qualche centinaio di gradi al disotto degli anzidetti 2000.

Ma se tanto, e non più di forza può sostenere la boccia di Leyden, una molto maggiore ancora di tali 2000. gradi ne può ricevere e ritenere un semplice conduttore perfettamente isolato, liscio, e senz'angoli, il quale ascende sovente ad un segno assai più alto: e chi può dire fino a qual intensità giunga, allorchè vibra la scintilla piena a 24. e più pollici di distanza, come nelle migliori macchine elettriche d'Inghilterra, e singolarmente nella sì grande e magnifica del gabinetto di TEYLER a Harlem? (*b*) A misurare la forza, non

(*a*) Riuscirebbe difficile, anzi impossibile d'ottenere il rapporto giusto di un grado dell'un quadrante elettrometro con cinque dell'altro, qualora restringer ci volessimo a soli cinque gradi di questo ed uno di quello; attesochè han bisogno i cinque gradi primi in ciascuno di tali elettrometri di molta correzione, e il primo primo non solo ne richiede dippiù, ma è indiscernibile per sè stesso, anzi nullo, in quanto che per un grado solo non si alza punto il pendolo, siccome ho mostrato di sopra. Adunque convien far salire ambedue i quadranti elettrometri, che vogliam ridurre a corrispondersi nel detto rapporto di uno a cinque gradi, assai più alto, cioè a 30. o 35. il primo più sensibile (pe' quali gradi così non accadrà di fare alcuna correzione), e corrispondentemente a 6. o 7. il secondo destinato a misurar l'elettricità più forte, ritenendo per cotesti 6. o 7. gradi la debita correzione, la quale giusta le mie tavole, vuole che per 6. gradi giusti il pendolo ne segni sul quadrante un poco meno di quattro e mezzo, e per sette cinque e mezzo prossimamente.

(*b*) Di questa superba macchina, de' suoi prodigiosi effetti, quanto alla copia e forza

dirò d'un'elettricità cotanto strepitosa, ma d'una che faccia scoccare attraverso l'aria la scintilla guizzante pur solo alla distanza di 14, o 15. pollici, non credo che vi possa essere quadrante elettrometro, che vaglia; poichè, come impedire che esso effonda con ispruzzi da questo, o da quel lato un'elettricità sì intensa? È dunque necessario di ricorrere a qualche altro elettrometro di diversa costruzione e forma. Io vado studiando qual potrebbe essere il migliore, e già da gran tempo ho portato il pensiero sopra d'uno simile a quello dei Signori LE ROY, e D'ARCY, descritto da quest'ultimo nelle Memorie dell'Accademia Reale delle Scienze per l'a. 1749. Penso dunque a farlo io pure a foggia di *areometro* o *pesa-liquori*, con in cima alla sua asta graduata non già un piattello, come propongono i due sullodati accademici, poichè l'elettricità molto forte spruzzerebbe dagli orli, ma sibbene un'ampia sfera cava, sopravanzante intieramente, sebben di poco, l'acqua o l'olio, in cui, secondo che troverò meglio, pescherà la parte inferiore dello strumento. Ben si vede che questa palla, a misura che verrà spinta dalla ripulsione elettrica, solleverassi più alto, e trarrà fuori del bagno una tanto maggior porzione della sua asta graduata, quanto l'elettricità sarà più forte.

Un siffatto elettrometro non saprei dire in vero, se, e fino a qual segno possa riuscire *comparabile*. Lo giudico però per più d'un capo preferibile a quello del Sig. LANE, il quale è atto soltanto a misurare la distanza, a cui viene a scoppiare la scintilla tra due palle metalliche di una data grossezza, ed è chiamato perciò *spincterometro*. Checchè ne sia di tutto questo, osservo, e voi ne converrete meco, Signore, siccome pure tutti quelli che sono nella scienza elettrica versati, che non interessa poi tanto di poter misurare con tutta esattezza siffatti gradi eccessivi di elettricità, a cui non può giugnere mai la carica di una boccia di Leyden, e molto meno quella di una batteria, come importa di misurare i gradi medj, e i piccioli, entro i quali si limitano per lo più le nostre sperienze.

S'ella è così, contentiamoci, per ora almeno, dei due quadranti elettrometri proposti, il primo dei quali misuri co' suoi gradi fino ai 35. od anche ai 40. altrettante decine di gradi dell'elettrometro a boccetta più sensibile, e il secondo per ogni suo grado ne dia 5. di quello, e corrispondentemente 50. dell'altro: contentiamoci, dico, di salire così con una scala comparabile fino ai 1750. e con picciola correzione fino ai 2000. gradi. E chi ardirà di dire, che si sia fatto poco con ciò? Forsechè i *termometri* vanno a un numero di gradi maggiore? (parlo di gradi perfettamente comparabili). Forsechè non restan addietro tutti i *termometri*, e *pirometri* dai gradi massimi di calore, che la natura

dell'elettricità che produce, e di alcune serie di bellissime sperienze e molto istruttive intraprese con essa, ce ne ha dato una compiuta descrizione il Signor VAN MARUM Direttore del Gabinetto medesimo, il quale ha egli progettata e diretta l'esecuzione di tal macchina, e fatte quando da sè, quando in compagnia d'altri valenti Fisici cotali sperienze.

o l'arte sa produrre? Del resto anche tali gradi massimi di elettricità misurar si possono, comunque all'ingrosso, non che dal tiro e fragore della scintilla, da diversi altri segni esterni, quali sono l'estensione della sfera d'attività, i pennoncelli spontanei, il venticello, l'odore; come altresì dagli effetti più o men grandiosi sopra diversi corpi, e. g. dalle scosse, dalle accensioni, fusioni ecc.: in quella maniera che i gradi dell'intensissimo calore si misurano appunto anch'essi all'ingrosso dal colore, e stridore delle vampe, dalla distanza a cui si fa sentire, e dagli effetti di fondere, calcinare, vetrificare ecc.

Or vengo a proporre un altro modo che ho immaginato di rendere comparabili i quadranti elettrometri indipendentemente dal confronto coll'elettrometro a boccetta. Si sa che, acciò la scala di uno strumento sia perfettamente d'accordo e coincida grado per grado con quella di un altro, bisogna trovare due termini fissi e invariabili, come son quelli per esempio della fusione del ghiaccio, e dell'ebollizione dell'acqua per la scala del termometro; e dividere poi conviene in un dato numero eguale di gradi l'intervallo tra questi due termini. Ora per l'elettricità, noi abbiamo già, senza cercarlo, un termine fisso da cui partire, che è il zero di elettricità, ossia la niuna ripulsione elettrica, la quiete del pendolino nel nostro quadrante elettrometro. Non abbiám dunque bisogno, che di trovare l'altro termine, cioè un grado fisso e invariabile di forza elettrica: trovato il quale altro non resterà, che di fargli coincidere un determinato grado del quadrante elettrometro; e così la scala avrà una regola certa e fissa; e quanti istromenti si costruiscano di questa maniera andran tutti d'accordo. Or io mi lusingo di poter fissare invariabilmente questa tal forza elettrica col determinare la quantità di ripulsione, che ne nasce tra due date superficie metalliche. Sia dunque un piattello d'ottone di cinque pollici e. g. di diametro, e tre o quattro linee di grossezza negli orli, sospeso con lunghi cordoncini di seta ad un braccio di bilancia (tenendo così luogo d'una delle coppe), e riducasi all'equilibrio: ciò fatto, senza muovere la bilancia dal giudice, venga tal piattello a posare sopra un altro simile in tutto a lui, e sorretto da una colonnetta isolante. In questo stato, se una boccia di Leyden, o in altra maniera, s'infonda ne' due piattelli qualche elettricità, tosto il superiore verrà spinto in su, e allontanato dall'inferiore, onde vedrassi la bilancia traboccare dall'altra parte. Or si carichi quel piattello del peso di un danaro, di due, di tre ec., è chiaro che ci andrà maggior forza elettrica per cacciarlo in alto, secondo che troverassi aggravato da maggior peso; siccome è chiaro ed evidente, che caricandolo sempre dell'istesso peso, richiederassi pur sempre l'istessa forza elettrica a sollevarlo un tantino, sicchè la bilancia ne dia cenno. Se pertanto determinisi con precisione sì la superficie, che si vuol dare ai due piattelli, che il peso il quale dee venir superato dalla ripulsione elettrica di quelle date superficie piane poste al contatto, si avrà una forza di elettricità parimenti determinata, cioè quel grado

che fisso, cerchiamo. Allora facciasi, che a tal grado ne coincida uno pur esso determinato del quadrante elettrometro, a cagion d'esempio il 20. il 30., e il tutto sarà ridotto al segno.

Sarà spedito di fissare un grado alto anzichenò, affine che l'esperienza abbia più latitudine, non però sopra i 35., al di là del qual termine non son più tra loro comparabili i gradi del quadrante elettrometro senza qualche correzione. Io dunque sceglierei il 30. o il 35.

In qual maniera poi si possa da ognuno, che vorrà mettere d'accordo il suo strumento col mio, ridurlo cioè al segno di marcar giusto i 30. o i 35. gradi, che saranno stati fissati, tostochè il piattello del dato diametro è gravato del dato peso (delle quali cose tutte dovrà convenirsi) comincia a sollevarsi, e la bilancia fa cenno di traboccare, in qual maniera, dico, si possa un tal accordo del quadrante elettrometro colla bilancia ottenere, è facile il comprenderlo: e' si dee procedere a tastone. Comincisi a provare con un quadrante elettrometro, che abbia la pallottola di mediocre grossezza; e se si vede, che con quella data forza di elettricità, che leva appena il piattello, il pendolo resti più basso dei 30. gradi, che suppongo essere stati fissati, si cambj la pallottola con una più leggiera; se all'incontro viene che s'alzi troppo, si sostituisca una pallottola più pesante; e così provandone varie si troverà finalmente quella, che va al segno.

Convenuto dunque che avremo di queste tre cose, del diametro che si vuol dare ai piattelli, del peso onde andrà gravato quel d'essi che tiene alla bilancia, e del grado cui dee segnare il quadrante elettrometro per quell'elettricità che vince appena tal peso, riusciranno tutti gl'istrumenti di questa specie comparabili, cioè d'accordo tra loro, nulla meno di quel che lo riescano i termometri. Dirò di più, ch'io confido tanto in questo mezzo, che preferire lo vorrei a quello da me già proposto di sopra, di ridurre cioè il quadrante-elettrometro a un dato rapporto coi gradi degli elettrometri a boccetta; e che in luogo di fissar uno di questi per elettrometro fondamentale, penso a costituir piuttosto quello per norma, e a ridurre quindi al desiderato rapporto con esso lui tanto i detti elettrometri a boccetta, destinati a misurare i piccoli gradi di elettricità, quanto un secondo quadrante elettrometro, che serva per l'elettricità molto forte, e potendosi anche quello a foggia di *pesaliquori* per la fortissima. Non sarà difficile infatti di ridurre prima un di quegli elettrometri a boccetta, e a paglie grossette al segno di marcare un doppio numero di gradi di tal quadrante elettrometro fondamentale, cioè 20. per 10, 16. per 8. ec., indi di ridurre l'altro pure a boccetta e a paglie sottilissime a segnare cinque gradi per uno del compagno, e dieci per conseguenza per uno del quadrante elettrometro già detto: siccome non lo sarà di ridurre un secondo quadrante elettrometro, mercè il caricarne il pendolo di grossa palla, a segnare cinque volte men gradi dell'altro fondamentale, cioè 6. per 30. ec. Più difficile riuscirà

per avventura il proseguire la gradazione sempre comparabile più in su coll'altra foggia di elettrometro galleggiante, che ho soltanto accennato; ma già ho fatto osservare che di ciò non abbiain tanto bisogno. Saremo dunque contenti, il ripeto, della divisata serie di elettrometri, di un pajo cioè a boccetta, e d'un altro pajo a quadrante, coi quali saliamo a ben 2000. gradi: e molto più saremo contenti, poichè parlando di questi gradi, non più indeterminati ed arbitrarj (come lo furono infino ad ora, che ciascun Fisico si serviva d'un elettrometro, e d'una scala fatta a fantasia), ma fissi e corrispondenti, c'intenderemo perfettamente.

Dopo una sì lunga, ma spero non inutile digressione sugli altri elettrometri, ritorno a quel sì delicato a boccetta, di cui mi era proposto unicamente di parlare in questa lettera, con farvi parte de' miglioramenti e delle aggiunte che vi ho fatte. Veduti avete fin qui i miglioramenti sostanziali e intrinseci; resta ch'io v'informi d'uno in certo modo estrinseco ossia accessorio, giacchè non appartiene propriamente all'elettrometro come tale, riducendosi piuttosto ad un artificio, onde render atto cotesto strumento a dar segni di un'elettricità estremamente debole, sicchè con tutta la sua sensibilità ei non potrebbe senza quell'ajuto manifestarla. Quest'artificio, voi forse già l'indovinate, consiste a riunire all'elettrometro medesimo il *Condensatore* [1]. Solamente un anno dopo ch'io ebbi pubblicato nelle Transazioni Anglicane (a) cotesta mia invenzione del Condensatore dell'elettricità, mi suggerì di unirlo immediatamente, e farne un corpo solo coll'elettrometro a boccetta, nel modo che or ora dirò. Il Sig. DI SAUSSURE pensò anch'egli, non so se prima o dopo, ad un simile artificio; adoperando però diversamente. Vide, che potea profittare della lastra metallica da lui posta per fondo alla sua campanetta di vetro, facendole far l'ufficio di piatto del condensatore, col posarla sopra un piano di marmo asciutto, sopra un taffetà verniciato, sovra un incerato, od altro qualunque *semi-coibente*. Vide cioè, che toccando e. g. con una boccia di Leyden debolissimamente carica cotesta base metallica dell'elettrometro, in tempo che stassi con tutta la piana superficie applicata all'altra superficie semi-coibente, vi si raccorrebbe in molto maggior dose l'elettricità della boccia medesima, che se detta base o lastra si trovasse perfettamente isolata, come ho ampiamente dimostrato nella mia memoria sopra il Condensatore; e che

(a) Nell'anno 1782. Il titolo della memoria del nostro A. è il seguente « Del modo di rendere sensibilissima la più debole elettricità sia artificiale sia naturale ». Si trova essa registrata e in Italiano, come fu scritta, e tradotta in Inglese dal Sig. TIBERIO CAVALLO. La stessa memoria quanto al fondo, ma molto più diffusa, trasportata in Francese, trovasi ancora inserita nel Giornale di Fisica dell'Ab. ROZIER A. 1783. *Luglio e Agosto*. La prima poi comparve ancora negli Opuscoli Scelti di Milano. (*Gli Editori*).

[1] A questo punto torna a ristabilirsi l'accordo con H copia 5, che da pg. 8 a pg. 18 contiene, con varianti, la parte qui svolta in Br. Bibl., « Lettera prima ». [Nota della Comm.].

quindi levato in alto pel suo uncino, o cappello l'elettrometro, essa lastra o base metallica dispiegando una forza elettrica corrispondente alla quantità condensatavi, farebbe divergere in ragione di detta forza i pendolini, cioè molto più, che se infusa si avesse immediatamente l'elettricità della boccia all'elettrometro, senza fargli fare la funzione di condensatore. Per poter poi agevolmente toccare col pomo di una boccia di Leyden, o con altro corpo elettrico di qualunque figura il fondo metallico dell'elettrometro convenientemente posato, il Sig. DI SAUSSURE vi inserisce un fil d'ottone, od uncinetto che risalta di alcune linee.

Non ho difficoltà a convenire, che l'esperienza riesca molto bene in questa maniera, e che si renda per tal mezzo sensibilissima un'elettricità, che altrimenti resterebbe impercettibile affatto. Ma sostengo, che la mia maniera (e ognun potrà provare s'io dico il vero) è assai più comoda e più sicura: ecco qual è. Adatto a vite un piattello di due pollici circa di diametro al bottone del mio elettrometro; ed applico ad esso piattello, allorchè voglio condensarvi l'elettricità, il piano di marmo, l'incerato, il taffetà o quel qualunque corpo semicoibente che trovo più a proposito. Per maggior mio comodo mi servo ordinariamente d'una zona di taffetà cerato o verniciato, che forma come un mezzo guanto aperto d'ambo i lati, nel quale entrano quattro diti riuniti della mano: con questi diti così fasciati io copro e premo alquanto quel piattello posto in cima all'elettrometro, intanto che il medesimo riceve da un lato, o per di sotto l'elettricità, sia da una boccia di Leyden, sia da un'altra sorgente qualunque. Infine ritirata la boccia, o qual siasi il corpo elettrizzante dal contatto del piattello, ne levo via anche la mano coperta del suo guanto, con prestezza (giacchè la prestezza contribuisce molto al buon successo): e allora veggio i pendolini balzare con vivacità, e prendere quella divergenza, che l'elettricità condensata nel piattello, di cui sono dipendenze, può loro dare.

Volendosi far senza della fascia o guanto, e impiegare la mano nuda, basterebbe vestire di taffetà il piattello medesimo; ma ho provato, che non riesce sempre così bene la speriienza.

Del resto nè il piattello, nè quella specie di guanto non riescono di alcun imbarazzo, potendosi il primo svitare, e armare invece sua l'elettrometro di un uncino, di un'asta puntuta, o d'altro, secondo le occorrenze; e potendosi fare esso piattello di tal grandezza e forma, che abbracci e serri come il coperchio d'una scatola l'altro piattello o fondo metallico dell'elettrometro medesimo; onde non venga questo sì comodo ed elegante stromento ad occupare maggior sito in tasca, e meglio nella sua custodia, nella quale potrassi altresì rinchiudere senza perdita di luogo, il guanto di taffetà, aperto, come si è detto, d'ambi i lati, adattandolo in modo, che cinga giusto qual fascia la boccetta.

Per dare ora un'idea dei vantaggi di questo *Condensatore elettrometro*

vuo' dire dell'innesto dell'uno sopra l'altro, dirò, che non si riducono già semplicemente al comodo di aver tutto riunito in un piccolo volume; ma che si ottiene sovente mercè di una tal unione, e modo compendioso di sperimentare, ciò che non ci è dato d'ottenere usando di un buon condensatore, e di un non men buon elettrometro separati. Un esempio porrà la cosa in chiaro, premesse alcune osservazioni sulla virtù propria d'ogni condensatore, e sulle modificazioni di essa in ciascuno di tali apparati secondo la natura e lo stato del piano semi-coibente [1].

Quando pubblicai nelle memorie già citate questa mia invenzione del Condensatore, sebbene non tralasciassi di spiegare, singolarmente nella 2.^a parte di quella inserita nelle Transazioni Anglicane, come e per qual ragione il piatto metallico, allorchè posa sul piano di marmo, od altro *semi-coibente*, atto sia a raccogliere nel suo seno molto maggior dose di elettricità, che non quando trovasi isolato in aria, in una parola goda in quello stato assai maggiore *capacità*; e ne dimostrassi la vera causa nell'azione delle atmosfere elettriche, per cui smosso il fluido del piano *semi-coibente*, riducesi questo ad un'elettricità contraria a quella del piatto, e la contrappesa in certo modo: sebbene, dico, non tralasciassi di spiegare tutto ciò assai estesamente, non venni però a determinare fino a quanto crescesse o potesse crescere una tale *capacità*, e fino a quanto per conseguenza venisse condensata di questa maniera l'elettricità; contentandomi di dire e di provare con evidenza di sperienze, che la cosa andava a un segno ben alto, massime per l'elettricità debolissima; la quale elettricità dall'essere pressochè impercettibile, oppur anche insensibile affatto, sorgere io la faceva al grado di scintillare fortemente. Da ciò io aveva bensì giudicato all'ingrosso, che la condensazione dell'elettricità nel piatto, che la riceve stando combaciato col suo piano *semi-coibente*, giugnese a più di 100. volte; ma se a 200. a 300. a 400. non avrei saputo indovinarlo. Non fu dunque che qualche tempo dopo, ch'io immaginai diverse sperienze, onde poter determinare qualche cosa di più preciso. Tra le molte maniere da me tentate eccovi quella, che mi pare e più diretta, e men sottoposta ad errore.

Carico una boccia di Leyden di mediocre grandezza, avente circa un mezzo piede quadrato di armatura, così debolmente, che provocandola alla scarica potria appena dare una scintilluzza, e che alza l'elettrometro mio più sensibile e. g. a soli 15. gradi. Questa boccia toccando uno scudo d'elettroforo, che serve egualmente da piatto del condensatore, e che ha 10. pollici di diametro, toccandolo in istato d'isolamento perfetto, vi perde così poco della sua carica, che non decade per avventura di un decimo di grado, elevando intanto il piatto stesso ad una forza eguale alla sua, vale a dire presso a 15. gradi:

[1] La trattazione di quanto segue manca in H copia 5, che da pg. 12 in poi contiene argomenti svolti in « Lettera seconda » Br. Bibl., pubblicata nel Numero successivo. [Nota della Comm.].

e ciò per essere la capacità di questo un nulla quasi rispetto alla capacità di quella. Ma non accade già così, ove esso piatto posi sul piano di marmo asciutto, e la boccia venga a toccarlo: in questo caso ho trovato, che essa perdeva un buon terzo della sua carica, e componevasi col piatto medesimo a 10. gradi; onde era facile concludere, la capacità della prima essere soltanto doppia di quella del secondo. Assicuratomi dunque, coll'esplorare mediante l'elettrometro il residuo di carica della boccia, che il piatto giacente sul suo caro piano ha 10. gradi di elettricità, lo balzo in alto, per ridurlo da quella straordinaria alla naturale sua capacità; e allora è, ch'ei mi dispiega tale e tanta forza elettrica, che spruzza da tutti i lati, sebbene abbia gli orli ritondati, talchè, sapendo io per altre prove, che cotesti spruzzi spontanei non si eccitano che da una elettricità forte almeno di 100. gradi (70. circa senza correzione, che colla correzione vagliono 100.) del mio quadrante-elettrometro, che sono poi 1000. dell'elettrometro a boccetta più sensibile, giudico sicuramente, che la condensazione dell'elettricità è andata oltre a 100. volte. Ma e di quanto oltre? Ciò è che io volea sapere; ma per venirne a capo conveniva impedire la dissipazione in ispruzzi di quell'elettricità, che già più non può capire nel piatto: or eccovi il mezzo facile, che mi suggerì.

Feci che al primo alzarsi il piatto incontrasse una catena pendente da un conduttore isolato abbastanza capace, e alla cui estremità era annesso il quadrante-elettrometro: così il piatto invece di approfondire nell'aria l'elettricità eccessiva, di cui dee necessariamente sgravarsi, la comunica all'altro conduttore, che tutt'assieme contenere la può. Io avea già prima cercato qual fosse la capacità di questo conduttore, e l'avea trovata tre volte maggiore di quella del mio piatto (avea osservato p. e. che elettrizzato quello a 40. gradi del suo quadrante-elettrometro, facendoglisi toccare il piatto non elettrizzato, scendeva a 30., e corrispondentemente elettrizzato questo a 40. gradi, e portato in contatto di quello montava l'istesso quadrante-elettrometro a 10). Con questi dati io era certo, che il numero de' gradi a cui nella divisata esperienza salirebbe il quadrante-elettrometro non potrebbe essere che un quarto dei gradi di elettricità che dispiega col venir alzato il piatto solo. Ora io osservai, che veniva il quadrante elettrometro poco più, poco meno a 30. dunque l'elettricità del piatto solo era di 120. ossia 1200. del primo elettrometro a boccetta; epperò, sendo che la carica del piatto posato non segnava che 10. gradi, doveva conchiudersi essere la medesima inalzata ad un'intensità 120. volte maggiore.

Ho variate le prove, caricando ora la stessa boccia di Leyden, ora altre più grandi, o più piccole, ad un numero maggiore, o minore di gradi, d'ordinario però meno di 15. (per la ragione, che una più forte elettricità facilmente vince la piccola coibenza del marmo, e vi penetra, onde si perde in qualche parte); così pure variando e il piatto, e l'altro conduttore, sicchè risultassero

altri rapporti di capacità; ed ho trovato, quando le cose erano in buon ordine, quando soprattutto il marmo era sufficientemente asciutto, che tali prove corrispondevano, dandomi comunemente la stessa condensazione dell'elettricità di circa 120. volte. Ho voluto anche far senza del conduttore, e del quadrante elettrometro, riducendo la cosa a maggiore semplicità: ho dunque caricata la boccia di Leyden, di mezzo piede quadrato d'armatura, ad un solo grado dell'elettrometro più sensibile; e toccato con essa l'istesso piatto adoperato di sopra di 10. pollici di diametro, e giacente al solito, previdi che la carica in ambedue dovea, come sopra, ridursi a due terzi della prima; e fu infatti così, mentre venne, quanto almeno potè giudicar l'occhio, a due terzi di grado. Or bene, alzando il piatto ei mi diede un'elettricità di circa 80. gradi, che potei misurare, senz'altro soccorso, col secondo elettrometro a boccetta. Ma se questa prova è più semplice e diretta, ella è d'altra parte troppo delicata, difficilmente potendoci assicurare che sia la carica della boccia precisamente d'un grado: il che se non è, se si commette l'errore di un quarto di grado, od anche solo di un ottavo, diverrà come si vede, un errore notabile nella moltiplica, che dee farsi; laddove nelle sperienze quì sopra, partendo da una carica di 10. 12. 15. gradi, e potendo l'occhio distinguere fino a un quarto di grado, l'errore non potrà essere al più che di un quarantesimo del totale.

Le prove dunque, che ho fatte in diverse maniere, hanmi mostrato, che la condensazione di un apparato di questo genere (formato di una lastra di marmo, e di un piatto metallico ben adatti) va a 120. volte circa: dico circa, perchè ho pur trovato alcune piccole variazioni, anche ponendo cura, che tutte le circostanze fossero eguali. Che se variino queste notabilmente, i risultati si allontaneranno prodigiosamente dal termine che ho fissato, e tra di loro. Le circostanze, che più influiscono sono la materia stessa del piano semi-coibente, lo stato di maggiore, o minore secchezza, in cui esso si trova, e la celerità dell'operazione.

Quanto a questa dirò solo, che c'è grande vantaggio, massime allorchè il piano pecca per essere troppo deferente, a levare in alto il piatto metallico al momento stesso (non mai prima però, e conviene a ciò badar bene), che si è ritirata la boccetta.

Riguardo la materia del piano inferiore, il marmo è ancora uno dei migliori corpi, ch'io mi abbia trovato. I legni ben inverniciati condensano un poco meno, e molto meno ancora i piatti di legno o di metallo incrostati di resina; e la ragione è, che il fluido elettrico non potendo venire smosso in quelle superficie troppo coibenti, lo è solamente più sotto, dove cioè termina tal incrostatura; in grazia del qual intervallo non può così bene contrappesare l'elettricità nel piatto metallico soprapposto, e fare che vi si accumuli in tanta dose. Ad ogni modo il *taffetà* inverniciato, essendo assai sottile, condensa presso a poco quanto il marmo, ed è per altri riguardi preferibile: soprat-

tutto per quello, che non ha bisogno quasi mai d'essere asciugato al sole o al fuoco; come d'ordinario ha bisogno il marmo, in modo che questo senza di tal preparazione condensa pochissimo, e il più delle volte nulla affatto.

È dunque la secchezza un articolo di somma importanza pel marmo, pe' legni secchi non verniciati, ed anche pe' verniciati, pel panno, che può servire pur esso di piano condensatore, siccome altri drappi, pel cuojo ecc.: di tale importanza, che la differenza va per poco dal tutto al niente. Or quando ho detto, che, sendo il pian di marmo in buon ordine, la condensazione va circa a 120. volte, ho inteso del marmo asciugato discretamente, nè troppo cioè, nè poco; perchè poi nuoce anche il troppo, rendendosi troppo coibente: molto più sovente però gli è il troppo poco, che fa che non condensi punto, come ho detto, o sol 40. o 60. volte. Cogliendo il punto giusto mi è riuscito più d'una volta di condensare assai più, cioè 160, 180, e fino 200. volte. Ma non volendo far caso di questi accidenti troppo rari, mi attengo per un verosimile alla condensazione sopra indicata di 120. volte, cui son sicuro d'ottenere impiegando, e nel preparar il piano perchè serva all'esperienza, e nell'eseguirlo, una discreta attenzione.

Vengo ora all'esempio, che ho voluto proporre, per mostrare di quanto vantaggio riesca il combinare nel modo già indicato in un sol corpo l'elettrometro e un piccolo condensatore. Sia una boccetta di Leyden piuttosto piccola, e sì poco carica, che toccandone coll'uncino l'elettrometro nostro più sensibile gli faccia segnare un sol grado. Abbiassi inoltre un buon condensatore formato all'ordinario d'un piano di marmo ben asciutto, e d'un piatto d'ottone che s'adatti a dovere. La grandezza di questo piatto sia tale, che allorchè posa sul suo piano, goda di una *capacità* eguale a quella della mentovata boccetta di Leyden: il che si avrà, se la faccia di codesto piatto, che applicasi al pian di marmo, conti presso a poco tanti pollici quadrati, quanti ne ha di armatura la boccetta di Leyden. Stando così le cose, si tocchi con tale boccetta tal piatto mentre posa; e la carica di quella si comunicherà per metà a questo: sarà dunque in ambedue di un mezzo grado (supposto il marmo ben asciutto, sicchè nulla vi sia penetrato di quell'elettricità, nè punto siasene disperso). Ora si levi il piatto dal marmo: se la virtù di questo nostro condensatore trovisi tale, che innalzi i segni dell'elettricità a un grado 120. volte maggiore, che è il termine ordinario, come ho mostrato, se, dico, la condensazione è stata di 120. volte, cotal piatto metallico staccato dal piano di marmo dispiegherà dunque un'elettricità di 60. gradi. Se non che comunicandola all'elettrometro, diminuirassi ancora in ragione della capacità di questo, la quale capacità supposta e. g. un quinto di quella del piatto, ridurrassi l'elettricità a soli 50. gradi.

Facciamo adesso la prova nell'altra maniera più semplice, e spiccia, lasciando cioè da parte stare il pian di marmo col suo piatto d'ottone, e fa-

cendo far l'ufficio di condensatore immediatamente al piattello adattato in cima dell'elettrometro, come ho indicato. Questo piattello, supponiamo che sia quattro volte più piccolo di quello dell'altro condensatore, che fa da sè; e così abbia, allorchè vi si tien sopra applicato colla mano il taffetà verniciato, una capacità quattro volte minore della stessa boccetta di Leyden, che ha servito all'esperienza precedente. Se questa avrà ora pure la stessa carica di 1 grado, venendo a toccare il piattello, ridurrassi tal carica in ambedue, com'è facile di calcolare, a quattro quinti di grado. Or dunque facendo arrivare la condensazione dell'elettricità come qui sopra, a 120., dispiegherà il piattello, allo snudarlo del taffetà, 96. gradi; e tanti, o se non tanti, poco meno ne segnerà l'elettrometro, sendo i pendolini immediatamente connessi col piattello medesimo: dico *poco meno*; perchè debbe pure considerarsi la capacità de' pendolini stessi, la quale è ben picciola cosa rispetto a quella del piattello. Dal che si vede, che il guadagno, adoperando in questa maniera, è quasi del doppio, ottenendosi da 96. gradi in vece di 50.

Adducendo altri casi, in cui e. g. il piatto del condensatore che giuoca separatamente fosse più grande, ed avesse, allorchè sta posato sul suo piano, maggiore capacità della boccetta di Leyden, da cui gli vien comunicata l'elettricità, vedrebbesi che sono sempre più sfavorevoli cotesti casi per tal giuoco separato; e quindi risalterebbe viemmaggiormente il vantaggio di combinare i due strumenti, il condensatore cioè e l'elettrometro, in uno.

Di vero io ho trovato tali, e tanti vantaggi in questo semplice artificio, che dal momento che mi suggerì e che lo misi in pratica, me ne son servito sempre, e me ne servo tanto per l'elettricità naturale, quanto per l'artificiale. E vi par poco di poter render sensibile l'elettricità di una boccetta di Leyden di un ducentesimo di grado, ed anche di due centesimi innalzandone i segni pel primo caso ad un grado circa, e pel secondo ad un mezzo grado, di cui, se l'elettrometro è ben fatto, può l'occhio giudicare, e puossi anche scoprire di quale specie sia cotal elettricità? Vi par poco, quando la boccetta, o un gran conduttore possenga un'elettricità di un terzo o di un quarto di grado solamente, e quindi indiscernibile affatto, di poterne coll'elettrometro più delicato ottenere più di 30. gradi, o più di 20., in modo che, oltrepassando la scala del primo elettrometro più sensibile, venendo cioè a vibrare fili di paglia pendenti fino ai lati della boccetta, che li racchiude, sia mestieri ricorrere al secondo elettrometro a pendolini più pesanti, che segna un grado solo per cinque del primo?

Non parlo d'altri vantaggi, e particolarmente del comodo di sperimentare così, che ho già accennato, e che ognun vede. Soggiungerò solo, che il taffetà cerato o verniciato serve benissimo anche ne' tempi umidi, massime ove portisi sovente in tasca; onde non ha mai, o quasi mai bisogno d'essere prosciugato al sole o al fuoco, come le lastre di marmo.

Vi ho trattenuto quanto basta, e temo forse più del dovere, intorno a ciò che riguarda i miglioramenti e le addizioni da me fatte all'elettrometro portatile di CAVALLO, estendendomi qualche volta a cose che riguardano più d'avvicino l'elettrometria, di cui mi occupo da qualche tempo. Molte più cose avrei a dire sugli usi varj estesissimi di questo prezioso istrumentino da tasca, se ad altri scrivessi che a voi mio Signore, che si ben li conoscete. Verrò non pertanto intertenendovi della più vantaggiosa maniera, onde me ne servo da qualche tempo, mercè di un altro ritrovato, ossia nuovo artificio, e dell'uso grandissimo che ne fo, adoperando tal elettrometro or semplice, or combinato col condensatore per le osservazioni soprattutto dell'elettricità atmosferica ^[1], e per certe altre dell'elettricità artificiale, che conducono ad iscoprire la vera origine e gli andamenti di quella; e sono varie nuove sperienze sull'elettricità prodotta artificialmente colla semplice evaporazione, colla combustione ecc. Ma tutto ciò sarà il soggetto d'altre lettere, che seguiranno dappresso la presente di già troppo lunga.

Sono intanto ecc.

^[1] Si pubblica qui un saggio di osservazioni sull'« Elettricità Naturale », fatte nel maggio 1787 coll'elettrometro a paglie, e stese di mano del V. sulla copertina di un Mns. I 22, che porta il titolo autografo « Elettrometria ». Questo Mns. venne pubblicato quasi per intero nel N° LVIII, del Vol. IV.

[Nota della Comm.].

Cart. Volt. I 22.

Elettricità Naturale.

1787.

Dagl'8. ai 13. Maggio si ebbero sempre segni di Elett.^à col Microelettrometro atmosferico alle 9. 10. 11. e 12. della mattina, e a 1. 2. 4. 6. 7. 8. della sera; sulle garitte dei bastioni di Pavia, massime sulla piatta forma sopra il Ticino. Poco inferiori si ebbero nella piazza subito fuori di Porta di Milano.

Il Cielo essendo sereno, furono più forti i segni intorno al mezzodì, e la sera al tramontar del Sole fino a mezz'ora di notte; e furono sempre di Elet.^à positiva. Divergevano talora le paglie 1. 1 $\frac{1}{2}$. 2. linee.

In questi giorni vi furono frequenti annuvolamenti e temporali; e il Cielo fu quasi sempre ventoso e fresco assai. Ne' temporali, nessuno de' quali fu molto rumoroso, e per lo più non s'intese neppur a tuonare, l'elett.^à dell'aria fu più forte: 3. lin. sui bastioni, ed 1. 2. e più nel giardino di casa Dassi; e fu sempre elett.^à negativa. Fu negativa talora anche con semplice annuvolamento, che non avea l'aria di temporale, es. gr.

Il giorno 13. a or. 10. mat. sereno, sol caldo, aria fresca. Elet.^à (sul bastione) posit. lin. 1. Or. 1 $\frac{1}{2}$. pomer. il Cielo copresi di qualche nuvoletta lanosa spezzata: Elet.^à + $\frac{1}{2}$ o $\frac{3}{4}$ lin. Or. 3 $\frac{1}{2}$. Il Cielo ha continuato a coprirsi, ed è quasi tutto coperto: piove lontano a Ponente; le nuvole nè sono scure, nè hanno aria di temporale; eppure l'elett.^à è negativa; debole però di $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{2}$ lin. al più. Ore 4 $\frac{1}{4}$. Arriva anche da noi una leggerissima spruzaglia di pioggia, l'elett.^à è sensibile alle prime goccioline in giardino, ed è parimenti negativa. Alcuni minuti dopo cresce la pioggia, è però piccola ancora, talchè io me la prendo senza cappello, e con Micro-

elettrometro senza il suo parapioggia: l'elett.^a in sì breve tempo è cambiata in positiva, ed è forte di 2. in 3. lin. esplorandola nel d.^o giardino coll'istromento già un poco bagnato. La pioggia poi cessò tosto, e fu tale, che non bagnò neppur la polvere. Alla sera piccola aurora boreale, e da lontano nuvole temporalesche lampeggianti.

Il giorno 14. Alla mattina sereno Elett.^a sul bastione + di 1. lin. buona. Essendovi qualche nuvolone formato da poco. L'annuvolamento cresce fin verso a sera: allora elet.^a di 2. in 3. lin. negat. sul bastione. Ritornato a casa in giardino elet.^a ancor negativa di 3. in 4. lin. Si fa più forte cominciando a cadere alcune goccioline; poi ad un tratto continuando la piccola pioggia, cade l'elet.^a negativa, e in pochi secondi sorge posit. assai più forte: le paglie vanno a toccare il vetro. L'elettrom. dà segni anche disarmato del suo Conduttore, e abbassato fin quasi a terra. Continua poi quest'Elet.^a positiva senza alcun cambiamento, fuor di alcune repentine cadute singolarmente all'istante che scoppiano in Cielo i lampi. Cresce la pioggia, e lo scroscio de' tuoni, onde finisco di sperimentare. Il temporale continua circa due ore con grande strepito di pioggia, e di tuoni, e un poco di grandine.

Giorno 15. piuttosto caldo. Verso mezzodì l'elet.^a sul bastione, il Cielo sereno, posit. e forte di 2 lin. Il dopo pranzo fin verso sera minaccia di temporale, piove lontano, ma svanisce. Prima del cader del Sole e un poco dopo, l'elet.^a posit. di $\frac{1}{2}$ lin. Indi cresce verso l'avemmaria ad 1. lin. e un poco più: essendosi il Cielo quasi del tutto rasserenato.

Giorno 16. Prima di mezzodì sul bastione Elet.^a pos. di 1. lin. Cielo sereno. Caldo di 16. gradi. A ore 23 $\frac{1}{2}$. Elet.^a pos. $\frac{1}{2}$ lin. sul Bastione. Sereno sopra; ma lampeggia a tramontana, e i nuvoloni s'avanzano. Il temporale però svanì di lì a poco.

Giorno 18. Ore 10 $\frac{1}{2}$.: tempo coperto uniformemente: scappa qualche gocciolina d'acqua. Elet.^a fuori di porta di Milano 0. Ore quasi 2. pomer. sempre coperto; comincia una pioggerella, senza alcuna apparenza di temporale. Elet.^a sul bastione negat. $\frac{1}{2}$ lin. Ore circa 4. cominciando a rasserenarsi; Elet. posit. $\frac{3}{4}$ lin. Torna ad oscurarsi con nuvoloni; breve pioggia. Si fa men fosco verso sera: allora elet. neg. di 3. in 4. lin. sul bastione. Si vedono manifestamente de' nuvoloni staccati fluttuare sotto a un velo di nuvolone superiore continuato. Dopo notte lampi, vento turbinoso e pioggia.

AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

Cart. Volt. H. 13.

6. Xbre 1787.

Tempo piovoso, e piuttosto dolce.

Microelettrometro a paglie sottilissime lunghe circa lin. 26. in boccia di cristallo quadrata larga 2. pollici. La scala applicata ad una delle faccie piane al di fuori, è una listerella di carta ad arco, che ha per centro il punto di sospensione delle paglie, il qual arco è diviso in linee, e mezze linee.

Una boccetta di Leyden di circa 11. poll. quadrati di armatura, ed un'altra boccia di circa 78.

Un Elettroforo collo Scudo del diametro di poll. 8.

Piattello condensatore, che s'adatta al Microelet. diam. 1. poll.

Pezzetto di *taffetà* verniciato secco, da adattarsi colla mano.

Piano di marmo per condensatore 7. poll.

Tela incerata nera per l'istesso uso del *taffetà*.

Per provare se i gradi del Microelettrometro sono comparabili fra di loro, diedi collo Scudo dell'Elettroforo una scintilla per volta al pomo della boccia grande; e ad ogni volta toccai con questo pomo il Microelettrometro. Le scintille erano piuttosto deboli, avendo l'Elettroforo riposato già da molte ore, e si mantenevano senza più indebolirsi sensibilmente un tempo notevole.

1.º Al principio una sola scintilla caricava la boccia a segno di farle muovere il microelettroscopio di $\frac{2}{3}$ di linea, ossia con tre scintille apriva le paglie di 2. lin. Ora ricevendo tre altre scintille le aprì di 4. lin. giuste; dopo altre

tre scintille, 6. lin., dopo altre tre 8. lin., dopo altre tre 10. lin., dopo altre tre 12. lin., dopo altre tre quasi 14. lin.

Dico *quasi*, perchè non mancava, che una scarsa mezza linea dalle 14. siccome un pochetto, ma meno, scorsi che mancava anche prima dalle 12. e dalle 10: il che sicuramente è dovuto a che un poco di elettricità, si dissipa dalla boccia medesima, durante una tal sua carica; e a ciò che a misura, che prende forza la carica, il pomo della boccia non riceve più tutta l'elettricità dello Scudo dell'Elettroforo, come appare da quel residuo, che mostra lo Scudo medesimo dopo aver toccato il pomo della boccia. Come però la carica della boccia fino a questo segno di aprire le paglie di 12. o 14. lin. è picciolissima in confronto della *tensione* elettrica dello scudo, il quale vibra discreta scintilla, e ad un quadrante elettrometro darebbe segni 10. 20, e più volte maggiori; così gli è di poco assai, stando a questi limiti, che la boccia non riceva ad ogni scintilla egual dose di elettricità; e questo poco gli è appunto quello, che s'osserva di minor divergenza delle paglie.

Son dunque i gradi di questo Microelettrometro comparabili fra di loro a un segno sorprendente.

2.º Dopo stancato un pezzo l'Elettroforo, due scintille date alla boccia la caricavano soltanto a segno di aprir le paglie di 1. linea: ora replicando la prova ogni due scintille s'apriano appuntino una linea dippiù, fino a che vennero a 12. lin. quasi (una mezza circa meno) con 24. scintille. Ed ecco di nuovo la più esatta corrispondenza.

N. B. Conviene, per ben notare i gradi di divergenza delle paglie tener applicato il pomo della boccia al capello del Microelett.: tutto il tempo, che si cerca coll'occhio di ben determinare i punti; altrimenti ritirando la boccia, le paglie comincian tosto (in tempi non favorevolissimi all'elett.^a) a decadere: non così continuando a tener applicata la boccia, la quale avendo una grandissima capacità, non si risente di quel poco, che posson disperdere di elettricità le paglie ne' brevi istanti, che dura l'osservazione.

In tempi favorevolissimi all'elettricità, ed essendo il Microelettrometro asciuttissimo, avea trovata la medesima corrispondenza, e comparabilità dei gradi col dividere l'elettricità sopra semplici conduttori. Ma quest'altra maniera colla boccia, che conferma la stessa cosa, può farsi in ogni tempo, e si ha comodo di osservare più appuntino.

Questa sperienza offre anche un mezzo di tosto paragonare la capacità di diverse boccie di Leyden.

3.º Quando 20. in 21. scintille dell'Elettroforo caricavano la boccia grande a segno di far divergere le paglie di 10. lin., bastarono 3. scintille alla boccetta piccola per fare lo stesso; ella era dunque circa sette volte men capace: il qual rapporto è giusto quello di 11. a 78. poll. quadrati di superficie armata, che avevano tali boccie.

N. B. Le sperienze sopra indicate sono state da me ripetute più volte, variando il numero delle scintille d'osservazione in osservazione; e in tutte vi ho trovata mirabile corrispondenza.

7. Xbre.

Ho voluto cercare qual fosse il grado di Elett.^a, a cui comincia a comparire la scintilla nel contatto di due conduttori metallici; e quello a cui la scarica diventa sensibile sul nostro corpo.

4.^o Non compare la scintilla dallo scudo, nè dalla piccola boccetta, se l'elet.^a è minore di 5. lin., ed anche allora è picciolissima, visibile appena nel contatto de' due metalli in luogo oscuro. Ma colla boccia grande si ottiene lo stesso la carica essendo di lin. $2\frac{1}{2}$.

5.^o Con poco più di tal rispettiva carica, sia della boccia grande, sia della picciola, se si tocca colla punta del dito mignolo il metallo, su di cui si fa la scarica, risente il dito una picciolissima commozione. Ma collo Scudo, che vibra anche più di 5. lin. non si sente nulla.

6.^o Se si fa toccare il bottone della boccia alla punta del naso, si comincia a sentire una leggerissima puntura dalla boccia piccola, che vibri lin. 7. o $7\frac{1}{2}$, e dalla grande, che vibri 1. lin. circa. La palpebra dell'occhio è sensibile alla metà di tal forza, ed anche a meno.

7.^o Lo Scudo dell'Elettroforo dee vibrare per eccitar una puntura appena sensibile nella palpebra, gr. 2. circa del Quadr. Elett. (senza correzione); e allora la scintilla comincia a dar un picciolissimo crepito.

8.^o La boccetta per dar scintilla con crepito appena sensibile, dee vibrare almeno l. 20. e la boccia grande lin. $8\frac{1}{2}$ in 9. Acciò la commozione leggiera si faccia sentire in tutto il dito convellendo il muscolo interno vi vuole l'istessa quantità di Elet.^a gr. 18. scintille dell'Elettroforo sì per l'una che per l'altra boccia, per cui la grande tenda 5. lin. circa, e la picciola 35.

9.^o N. B. Stando le paglie (i centri delle medesime) naturalmente discosti una mezza linea, o $\frac{3}{4}$ l'elettricità forte di sola mezza linea, o di $\frac{3}{4}$, non le move, quella forte di una linea le apre d'un'altra mezza linea, o di $\frac{1}{4}$, onde i loro centri segnino giusto una linea; e così segnando 2. 3. 4. lin. ec. l'elet.^a è in questa proporzione, senza che occorra detrarre la mezza linea o i $\frac{3}{4}$ di distanza che hanno i centri di dette paglie quando esse giacciono inerti. Le paglie distino naturalmente $\frac{3}{4}$ l. e l'elettroforo sia così stanco, che 1. 2. 3. scintille ricevute dalla boccia non l'abilitino a mover punto le paglie e solo 4. bastino a farle giugnere all'apertura d'una linea intera, movendole così d' $\frac{1}{4}$ di lin: 4. altre scintille daranno un'altra linea intera, e così di seguito.

8. Xbre.

Il tempo sempre umido e dolce: term. 5. Igrom. 90. circa (Asciugo i pezzi con uno scaldino, e lo tengo vicino durante le esperienze).

10°. La boccetta caricata a segno, che vibra il Quad. Elet. 16. gr. scaricata sopra la boccia grande, dee ridursi a gr. 2. (essendo la boccia 7. volte più grande della boccetta). Or toccando con queste due boccie così riunite il Microelet., le paglie s'aprono di $10\frac{1}{2}$ lin. circa.

11°. Caricata a gr. 12. del Quad. elet. e divisa la carica sopra ambedue le boccie, come sopra, e toccato il Micr. elet. le paglie s'aprono lin. $7\frac{1}{2}$ in 8. (corrispondenza esatta). Conseguentemente 5. lin. e un pochetto più del Micr. elet. corrispondono a 1. gr. del Quadr. elet., e la scala essendo divisa in mezze linee, abbiamo per ogni grado distintissimo del Micr. elet. un decimo di grado del quadr. elet.

12°. Replicando la prova del num°. 3°. 2. scintille dell'Elettroforo caricavano la boccetta a segno di far aprire le paglie lin. 10. La boccia grande per fare altrettanto dovette ricevere 16. o 17. scintille: la sua capacità sarebbe dunque non 7. ma 8. volte più grande. Ma convien riflettere, che l'Elettroforo non essendo molto riposato le scintille andavano indebolendosi, onde si può credere che le 17. non valessero più di 14. delle prime. Infatti dopo avere stancato l'Elettroforo dippiù, trovai, che 2. scintille non caricavano più la boccetta tanto da aprir le paglie 10. lin. ma sol 8. indi 7. indi 6. Allora la forza dell'Elettroforo rimanendo sensibilmente stabile, 14. di tali scintille bastarono a caricare la boccia grande allo stesso segno, di vibrare cioè le paglie 6. lin.; onde risulta ancora la capacità della grande alla picciola boccia come 14. a 2:: 1: 7. In conferma, dopo fatta la prova colle 14 scintille date alla boccia grande, ho dato di nuovo le 2. alla picciola, e questa siccome quella aprì appunto le paglie di lin. 6.

13°. La boccia avendo un residuo di carica sensibile soltanto coll'ajuto del Condensatore, e con quello di marmo rattiepidito dal fuoco giugnendo ad aprire le paglie di 2. 3. 4. linee, colla tela incerata applicata a modo di condensatore al piattello in cima del Micr. elet. vibra le paglie quattro o cinque volte dippiù.

14°. Il *taffetà* verniciato fa notabilmente men bene della tela incerata, trattandosi di gradi così deboli di elet.^a, e in giornate non estremamente umide; poichè in quest'ultimo caso, egli solo è buono, e ben poco la tela incerata, e nulla il marmo, se non si asciugano a fuoco. La conducibilità del marmo, e della tela incerata maggiore di quella del *taffetà*, giova pertanto, quando non sia troppo grande; ma nuoce poi se l'elettricità, che dee condensare, è più

intensa: allora il taffetà è migliore assai della tela incerata; e vien fino che sia migliore un sottile strato resinoso ec. Insomma la conducibilità favorisce fino al limite che l'elettricità non è più arrestata.

15°. Riguardo al num. 3°. e 12°. ritenendo che la capacità della boccia sia 7. e quella della bocchetta 1. ho caricato la prima a 8. lin. quantità di elet.^a ($7 \times 8 = 56$); poi dividendo la carica con l'altra, prevedea, che le due congiunte insieme doveano dare lin. 7. ($8 \times 7 = 56$); ma il fatto sta, che risultò un pochetto meno: dunque conclusi che la capacità della boccia fosse meno di 7; 6. per avventura: allora la quantità di elet.^a $6 \times 8 = 48$, che diviso per le due capacità $6 + 1 = 7$, dà $6 \frac{6}{7}$. Se fosse la capacità della boccia solamente 5. avremmo $5 \times 8 = 40$; che diviso per $5 + 1 = 6$ darebbe $6 \frac{2}{3}$. Or l'esperienza può accordarsi con l'una e con l'altra di queste due supposizioni, essendo piccola la differenza, nè potendosi ben discernere tra $\frac{7}{8}$ e $\frac{2}{3}$ di lin.: ho potuto discernere solamente, che le paglie oltrepassavano la mezza linea sopra le 6.

Replicai l'esperienza caricando la boccia 7. lin., divisi la carica come sopra, ed ebbi 6. giuste: la bocchetta avendo dunque acquistato 6. per 1. che perde la boccia, le capacità sono nella ragione inversa, cioè 1. a 6.

16°. Caricai la bocchetta lin. 7., e dividendo la carica colla boccia ebbi 1. lin. giusta: quella dunque perdè 6. per 1. che acquistò questa; onde di nuovo le capacità come 6. a 1.

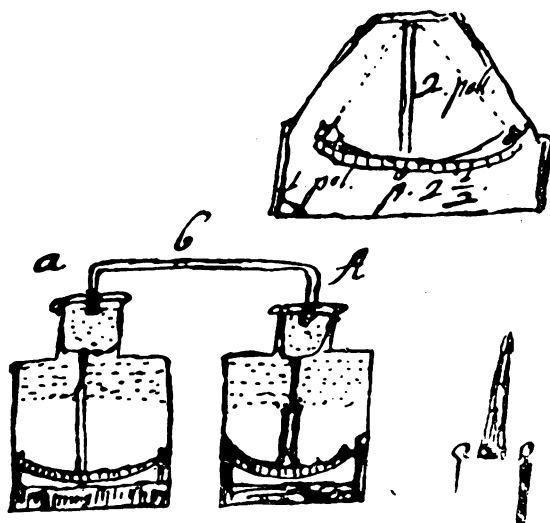
17°. Gli stessi risultati ebbi, colla regola di proporzione, dividendo altre cariche di 10. di 11. lin: mi risultò sempre prossimamente la stessa rispettiva capacità, per quanto l'occhio può discernere le frazioni delle linee.

Ma perchè dunque nell'altro modo num. 3°. e 12°. risultarono le capacità come 1. a 7.? E qual di questi calcoli sarà il più giusto? Credo quest'ultimo; sebbene col primo sia più estesa l'esperienza, e si siegua grado grado l'andamento: la ragione è quella notata al num. 1°, ove si dice, che la boccia non continua a ricever egual dose di elet.^a dallo scudo, che la tocca; ma ve ne lascia ogni volta un residuo proporzionato alla tensione, che di mano in mano essa va acquistando.

Ma pure il rapporto delle superficie armate gli è come 1. a 7., dunque ancora le capacità; no: basta che il vetro della boccia abbia maggiore spessezza, per essere men capace.

L'elettrometro a bocchetta *a* ha i due pendolini di paglie sottilissime lunghe dal punto di sospensione (che è come qui sopra) poll. 2. La bocchetta è quadra, larga da 20 in 22. linee, e la scala di divisione fatta ad arco dello stesso raggio dei pendolini ha i gradi di mezze linee: è una listerella di carta applicata al di fuori d'una delle faccie piane, all'altezza, che corrisponde alla punta delle paglie. La bocchetta, cui è stato tagliato il fondo di cristallo, ne ha uno d'ottone, dal quale sorgono interiormente sulle due faccie laterali

ai pendolini due listerelle di piombo, che vanno ad unirsi a due fasce trasversali del medesimo metallo, a tale altezza, che i pendolini aprendosi quanto possono vengano a toccarle: e ciò perchè in questo, e in ogn'altro caso non vi affigga elettricità al vetro, o poco o nulla possa pure ritenerne l'aria circostante i pendolini.



L'altro elettrometro *A* è in tutto simile al primo, se non che i pendolini son lunghi 1. pollice solo, le paglie grosse più del doppio, e il fil d'ottone col-l'uncinetto, che porta dette paglie, è notabilmente più grosso e più lungo entrando fino a metà più o meno di quello. Per tal accorciamento de' pendolini, e per tal giunta di peso ho ridotto cotesto elettrometro *A* (tentando e riten-tando) a marcare 1. gr. per ogni 4., che marca l'elettrometro *a*: e per verificare la corrispondenza in tutta l'estensione della Scala tra molte altre ecco la prova più accurata.

.....

LXXXIX (B).

CONTINUAZIONE DELLE LETTERE

DEL SIG.

DON ALESSANDRO VOLTA

SULLA

METEOROLOGIA ELETTRICA

LETTERA SECONDA.

28 Luglio 1787 — Marzo, Aprile 1788.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Bibl., T. II, marzo, aprile 1788,
pg. 103.
Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 64.
Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: I 30 α ; I 30 β ; I 30 γ ;
I 30 δ ; I 30 ϵ ; I 7; I 8 α ; I 8 β ;
I 8 γ ; K 5.
Univ. Bibl. di Gottinga.
Cart. Volt.: H copia 1.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Bibl.

DATA: H copia 1 porta la data 28 luglio 1787, mentre la lettera che si dà in questo Numero apparve in Br. Bibl., T. II, la quale porta la data: « marzo, aprile 1788. ».

Br. Bibl. « Lettera seconda »: è una memoria in forma di lettera, diretta al prof. Lichtenberg, nella quale il V. si occupa della determinazione del grado fondamentale dell'elettrometro a quadrante e dell'applicazione della fiammella all'elettrometro atmosferico del Saussure.

Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799: vedasi la nota di frontespizio nelle « Osservazioni » a pg. 29 di questo Volume.

H copia 1: è la copia della prima lettera redatta in francese e realmente inviata dal V. al Lichtenberg, in data 28 luglio 1787: il Mns. autografo di questa lettera trovasi

presso la Univ. Bibl. di Gottinga. Le prime due pagine di H copia 1 costituiscono l'introduzione della « *Lettera prima* » Br. Bibl. (pubblicata nel precedente N° LXXXIX (A)); tutto il resto forma oggetto della seconda parte della « *Lettera seconda* » Br. Bibl., nella quale gli argomenti sono più ampiamente svolti, e le misure sono riferite all'elettrometro a pagliette, e non all'elettrometro del Cavallo, come in H copia 1.

I 30 α , I 30 β , I 30 γ : costituiscono la minuta autografa di H copia 1, con cui letteralmente concordano, salvo qualche variante ed aggiunta. I 30 α a pg. 1 presenta l'indicazione, pure autografa, di « *Lettre 1.^{re}* ».

I 30 δ , I 30 ϵ : costituiscono la redazione di una minuta, che forma il seguito della pg. 2 di I 30 α : I 30 δ è completamente assorbito da pg. 3 e pg. 4 di I 30 α e da I 30 β ; I 30 ϵ è assorbito in parte da I 30 β ed I 30 γ , ed in parte dalla « *Lettera terza* » e dalla « *Lettera quarta* » Br. Bibl., pubblicate rispettivamente nel N° LXXXIX (C) e nel N° LXXXIX (D).

K 5: è la redazione autografa di un discorso « *Sopra l'Elettrometro atmosferico portatile* », recitato dal V. all'Università di Pavia il 21 dicembre 1787, in occasione della promozione al grado di Agrimensore di due candidati: salvo l'introduzione, la chiusa e qualche aggiunta in più, esso si presenta come la traduzione di I 30 (α , β , γ). Le aggiunte che K 5 presenta, riguardano la descrizione del microelettrometro a paglie, del quale non è fatto cenno in I 30 (α , β , γ), ove le misure sono sempre riferite all'elettrometro del Cavallo.

I 7: è un gruppo di minute stese su fogli dei quali manca il primo, come appare dalla numerazione autografa. Queste minute presentano numerosi risultati di esperienze dirette a stabilire la legge secondo la quale si esercitano le attrazioni e le ripulsioni fra piatti e palline elettrizzate: esse costituiscono il materiale in base al quale il V. ritenne di poter giungere alle conclusioni esposte nella prima parte della « *Lettera seconda* » Br. Bibl. Alla fine di questo Numero si pubblicano saggi di esperienze esposti in I 7, che danno un'idea del metodo seguito dal V. in proposito. Le citazioni ed i riferimenti contenuti in I 7 riguardanti il microelettrometro, più o meno sensibile, farebbero ritenere tale Mns. non anteriore all'aprile-maggio 1787, nel qual tempo il V., nelle sue misure, faceva uso ancora dell'elettrometro del Cavallo, come appare da I 22 pubblicato nel N° LVIII, del Vol. IV. Una parte di I 7, riguardante un altro argomento, venne già pubblicata nel N° LX, del Vol. IV.

I 8 α : è un foglio, senza data, in cui sono registrati risultati di esperienze sull'attrazione e sulla ripulsione, compiute con una bilancia poco obbediente.

I 8 β : è un foglio di minute riferentisi ad esperienze compiute il 5, 7, 8 aprile 1788, sull'attrazione fra piatti elettrizzati e sull'azione delle atmosfere elettriche che si esercita fra i piatti stessi: si pubblica in parte, alla fine di questo Numero.

I 8 γ : è un foglio, senza data, in cui compaiono operazioni e specchietti numerici, che sembrerebbero riferirsi ad approcci di calcolo per la determinazione dell'attrazione fra piattelli coniugati.

Per quanto riguarda l'applicazione, fatta dal V., della fiammella all'elettrometro atmosferico del Saussure, vedasi pure la lettera del V. a Martino Van Marum, in data 15 giugno 1787, pubblicata nel N° LIX del Vol. IV.

LETTERA SECONDA

Mi lusingo, mio caro Signore, che siate rimasto contento dell'Elettrometro a bocchetta da me corretto, e ridotto a quel grado di perfezione, a cui ve l'ho mostrato nella lettera precedente; e son persuaso, che ne abbiate fatto tosto la prova, così facile essendone la costruzione^[1]. Ditemi dunque, non è vero che gli è questo un'istrumento prezioso per ogni riguardo? Il suo maggior pregio però io son d'avviso, e voi ne converrete meco, che debba riporsi, anzichè nella grande sensibilità, nell'esatta corrispondenza e *comparabilità* de' suoi gradi, cui io ho ottenuto col sostituire ai sottili fili metallici terminanti in pallottole di midollo di sambuco due semplici e nude paglie. Non è già ch'io non faccia gran conto anche di cotale sensibilità; ma riflettendo com'essa arriva già nel nostro istrumento a un segno che basta per le più delicate osservazioni sull'Elettricità atmosferica, e su quella eziandio prodotta artificialmente nelle mie sperienze colla semplice evaporazione, colla combustione ecc., riputerei pressochè superflua una sensibilità maggiore; ond'è che non ne vado neppure in traccia. Lasciando dunque che altri s'occupi, se gli piace, di questo, cerchi cioè di ridurre l'istrumento ad una sensibilità più grande ancora, noi ci atterremo al nostro semplice elettrometro a paglie, disposti non pertanto ad applaudire agli altrui felici successi, massime se siano tali, che alla straordinaria sensibilità non vada disgiunta la *comparabilità* de' gradi, che tanto preme (a).

(a) Il Sig. TRALLES di Amburgo rinomato Prof. di Fisica a Berna mi disse in occasione che passò per Como in tempo appunto che io stava scrivendo queste Lettere, cioè nel mese d'Agosto 1787, nella quale occasione gli mostrai, oltre varie mie sperienze sull'Elettricità prodotta dall'evaporazione e dalla combustione, l'elettrometro a bocchetta costruito alla mia foggia, mi disse, ch'egli pensava già da qualche tempo a farne uno assai più sensibile e delicato, sostituendo ai fili metallici, od alle paglie due peli o capelli. Oltre però alla difficoltà di

[1] Si tenga presente che in *H* copia 1 (lettera in data 28 luglio 1787) le misure elettrometriche sono ancora riferite all'elettrometro del Cavallo, mentre in *H* copia 5 (lettera in data 27 agosto 1787) il V. fa già uso del suo elettrometro a paglie, la cui descrizione ricorre pure in *K* 5 (discorso in data 21 dicembre 1787).
(Nota della Comm.).

A proposito della quale comparabilità, richiesta non solo in questi elettrometri molto sensibili e portatili, ma sibbene ne' *quadranti-elettrometri*, di cui ci serviamo comunemente nelle macchine elettriche, in ispecie per misurare le cariche delle boccie di Leyden e delle batterie, non voglio lasciare d'informarvi come il progetto da me formato, e nell'antecedente lettera comunicatovi di fissare un de' gradi del quadrante-elettrometro per *grado fonda-*

mantenere tai peli diritti, come si richiede, oltre ad altri inconvenienti, è facile vedere che verrebbe ad incontrarne uno assai considerabile, quale è quello d'essere detti peli più coibenti che conduttori; onde a stento e ricevessero e perderebbero l'elettricità, massime trattandosi de' debolissimi gradi di essa. Meglio adunque si è pensato dal Sig. BENNETT inglese gran diletante di elettricità, di sostituire due listarelle di foglia d'oro. Il Sig. ZIMMERMANN esimio Naturalista e Prof. a Brunsvic, mio conoscente ed amico da varj anni, ch'ebbi il piacere d'incontrare a Ginevra verso la fine di Settembre di quest'anno medesimo, si fu il primo che mi diede notizia di tal invenzione, e mi assicurò aver egli veduto qualcuno di questi istrumenti presso il Celebre Macchinista e dotto Fisico Sig. ADAMS di tale e sì prodigiosa sensibilità, che dava segni elettrici al solo soffiare sopra il di lui cappelletto metallico. Finalmente nel mese di Aprile del corrente 1788, mi pervenne la terza Ediz. dell'*Essay on Electricity* dello stesso ADAMS, pubblicata sulla fine dell'anno scorso, dove in un supplemento, che contiene molte cose nuove, trovasi anche la descrizione di un tal nuovo elettroscopio sensibilissimo, unitamente varie curiose sperienze fatte con esso.

In vero non si può non riconoscere un grande vantaggio in siffatto strumento, il quale ne manifesta a prima giunta l'esistenza dell'elettricità in molti casi, in cui difficile riuscirebbe od anche impossibile di scoprirla co' migliori elettrometri a paglie, senza ricorrere almeno ad altri artifizj, come è quello del *condensatore*; ma per tutti gli altri casi, ove cotesti nostri elettrometri giungono essi pure a dar segni, saranno sempre da preferirsi per la loro prerogativa d'essere *comparabili*: il che non si facilmente potrà ottenersi con quello a listarelle di foglietta d'oro; il quale per tal ragione anzichè elettrometro chiamar dovressi semplice *elettroscopio*, se pur non vogliasi chiamare in riguardo dell'incomparabile sua sensibilità *Micrometro elettrico*, o *Micro-elettrometro*; nome che d'or innanzi sarà bene riservare per lui solo, chiamando gli altri a paglie, semplicemente *elettrometri*; e *quadrante-elettrometro* quello di HENLEY già da un pezzo conosciuto sotto tal nome.

Nella lettera precedente ho mostrato come per la grande estensione delle sperienze elettriche son richiesti più elettrometri; quindi io proponeva ad ogni Fisico di provvedersi di quattro, cioè d'un pajo a boccetta, e d'un altro pajo a quadrante, ridotti a tale rapporto fra di loro, che il primo di quegli portando paglie sottilissime, e sendo quindi assai sensibile, lo fosse cinque volte più del suo compagno, cioè segnasse 5. gradi per 1. di questo; questo poi ne segnasse 2. per 1. del primo quadrante-elettrometro; il quale ne segnerebbe similmente 5. per 1. del quadrante-elettrometro secondo; sicchè 1. grado di quest'ultimo venisse a valerne 50. del primo più sensibile a boccetta e a paglie sottili. Questi quattro io diceva che basterebbero generalmente al bisogno, offrendoci una scala di ben due mille gradi comparabili. Ad ogni modo non ho lasciato di suggerire, all'uopo di misurare un'elettricità straordinariamente forte, un altro istrumento, che chiamar potrebbesi *Megametro elettrico* (così il Sig. DELUC ha già chiamato nell'op. cit. *Idées sur la Météorologie* il quadrante-elettrometro più pesante da lui proposto). Ora perchè nulla più resti a desiderarsi aggiungerò anche il sopradescritto *micrometro-elettrico* inseriente all'elettricità stranamente debole: così avrassi con sei strumenti un assortimento, che potrà dirsi veramente completo, di Elettrometria.

mentale, e il mezzo ivi proposto di determinare questo grado invariabilmente (a), han corrisposto molto bene alla prova, che in seguito ne ho fatta. Dirovvi però, che la *ripulsione* essendo troppo picciola tra que' due piattelli di 5. pollici di diametro, talchè elettrizzati congiuntamente con una boccia di Leyden carica non già quanto può esserlo, ma a un grado conveniente, appena vincesi il peso di 12. in 14. grani; e soggetta altronde essendo l'esperienza, come si scorge, a qualche varietà, e ciò dipendentemente dallo stato più o men isolante dell'aria; ho trovato assai meglio di rivolgermi all'*attrazione* per determinare il grado di elettricità, che io cercava: la qual attrazione e si manifesta assai più forte per egual grado di elettricità, che la ripulsione, ed è di gran lunga più costante, non punto soggetta, ove si proceda colle debite attenzioni, ad anomalie. Oltre di che l'esperienza riesce molto più semplice ed agevole a farsi. Non abbiain bisogno per questa de' due piattelli metallici eguali; bastando un solo, il quale pendente per cordoncini di seta asciutti e mondi dal braccio di una bilancia sufficientemente delicata, s'affacci parallelamente a un tavolo, o piano qualunque deferente a quella distanza, che trovisi meglio convenire. In generale può scegliersi di 4. pollici di 3, di 2, di 1, e meno se si vuole: vero è, che qualche inesattezza, troppo facile a commettersi, l'errore e. g. di un quarto di linea, diverrà tanto più considerabile quanto minore si farà la distanza, giugnendo se questa sia di sole 6. linee ad un ventiquattresimo, e ad un dodicesimo, se sia di 3; laddove non sarà lo stesso errore che di un novantaseiesimo, e quindi trascurabile, per una distanza di 24. linee.

Ho dunque trovata tale distanza di 2. pollici essere la più conveniente; ed ho veduto, compartendo l'elettricità al suddetto piattello, il quale stia di tanto appunto elevato sopra di un piano deferente, compartendovela, dico, col mezzo di una boccia di Leyden carica a diversi gradi (cominciando da una carica capace appena di dare qualche scossa, e giugnendo fino alla più alta, che minaccia di spezzare la boccia stessa), ho veduto nascerne un'attrazione di esso piattello verso il piano deferente, valevole ad equilibrare diversi pesi, da 1. fino a 50, 60, e più grani.

Era troppo facile comprendere, che facendo le stesse sperienze con un piatto di un doppio diametro, l'attrazione per un dato grado eguale di elettricità, e per una data distanza, stata sarebbe più grande. Che cotesta attrazione però crescer dovesse giusto come l'area, cioè del quadruplo, presumere ben si potea; ma bisognava verificarlo coll'esperienza: e questo io ho fatto, sostituendone al piattello di 5. poll. di diametro un altro di 10.

Quello, che non era sì facile l'aspettarsi, e che si troverà singolare, è, che non mutati nè piatto, nè distanza, e mutata solo la dose di elettricità,

(a) Veg. T. I. di questa Raccolta pag. 119 e segg. [Indicazione del V. riferentesi a Br. Bibl. — Nota della Comm.].

ossia i gradi di carica della boccia di Leyden, con cui si tocca detto piatto per infondervi l'elettricità, l'attrazione di questo verso il sottoposto piano cresca, non già nella semplice ragione di tali gradi, bensì nella *ragione duplicata*. Siffatta legge inaspettata (la quale però si spiega benissimo, fatto riflesso a che, in proporzione che cresce la carica nel piatto toccato dalla boccia, cresce anche l'elettricità contraria, che *contrae*, in virtù dell'atmosfera premente di quello, la faccia dell'altro piano non isolato) mi è piaciuto verificarla col maggior numero di prove possibili; una picciola parte delle quali adduco qui solamente per non dilungarmi troppo. Appeso dunque il mio piattello di 5. poll. di diametro alla bilancia parallelamente a un tavolo in distanza di 2. poll., e comunicatagli l'elettricità con una boccia carica 45. gradi del mio quadrante-elettrometro, che colla correzione (di cui ho parlato nella lettera precedente) valgono circa 50. gradi, trovai che facea alquanto inclinare la bilancia dalla sua parte, gravata essendo la lance opposta di un soprapeso di 24. grani. Or dunque ripetendo l'esperienza con aver prima lasciata decadere la carica della boccia a 35. gradi dell'istesso elettrometro, il peso vinto dall'attrazione fu la metà giusto di prima, cioè 12. grani: diminuita ancora la carica e ridotta a 25. gradi, il piatto, cui s'infuse cotal'elettricità non tirò che 6. grani; e finalmente 3. soli con carica di 17. in 18. gradi.

Nell'istessa *ragione duplicata* ho poi anche trovato, che diminuisce l'attrazione crescendo le distanze, cosicchè a doppia, tripla, quadrupla distanza l'attrazione diventa quattro, nove, sedici volte più picciola: onde ne viene, che per avere un'attrazione eguale ad ogni distanza si richiede, che nella stessa semplice proporzione con cui cresce o diminuisce questa, cresca o diminuisca anche la carica della boccia, cioè che sia essa pure doppia, tripla, quadrupla, per doppia, tripla, quadrupla distanza ecc. Lo che ho pure confermato con molteplici sperienze; le quali, siccome tutte le altre di cui ho già parlato, mi hanno dato sempre de' risultati conformi alle indicate leggi, e tanto più precisi, quanta più diligenza ed accuratezza vi ho impiegato, e il tempo era più favorevole a mantenere in perfetto stato gl'isolamenti, e alla durata dell'elettricità, richiesta in tutte le delicate sperienze di questo genere.

Cotal legge dell'attrazione in *ragione duplicata* inversa delle distanze era più facile il presumerla, che l'altra della ragione similmente duplicata delle forze caricanti, che abbiám veduto; e ciò dietro l'opinione comunemente abbracciata, che l'azione dell'elettricità sia appunto proporzionale al quadrato inverso delle distanze (a). Ma che? s'io mostrerò, che non si verifica ciò; nè

(a) Questa opinione han preteso di ridurla con esperienze a dimostrazione Milord MAHON nell'opera *Principles of Electricity*, e più recentemente il Sig. COULOMB in una Memoria sopra questo soggetto inserita nel Giornale di Fisica dell'Ab. ROZIER [1]. Essi han battuto diverse strade cui noi abbiamo abbandonato per seguirne una più diretta, e che mena assai più innanzi, come si vedrà.

[1] « Roz. Obs. » 1785, T. XXVII, pg. 116, ed « Histoire de l'Académie Royale des Sciences Année MDCCLXXXV » pubblicata nel 1788.

[Nota della Comm.].

per la *pressione* delle atmosfere, la quale, come ho scoperto, è piuttosto in *ragione semplice* inversa delle distanze; nè per la *ripulsione* de' corpi posseduti dalla medesima elettricità? Se mostrerò che neppure per riguardo all'*attrazione* ha luogo generalmente la legge del quadrato di cui parliamo; ma nel solo caso in cui da una parte il piattello viene dalla boccia carica toccato nell'attuale distanza in cui esso si truova, e dall'altra parte il piano deferente a cui s'affaccia comunica costantemente col suolo? E che in questo caso intanto cresce l'attrazione in ragion duplicata dell'avvicinamento, in quanto che a misura di tale avvicinamento contrae più di elettricità contraria il piano comunicante col suolo, cioè a dire si dirada più il fluido elettrico, o più si accumula nella superficie di lui affacciata al piatto elettrizzato, secondo che questo lo è *positivamente* o *negativamente*? In prova di che in tutte le altre combinazioni; ove cioè o si lasci il piattello colla primiera elettricità somministratagli dalla boccia quando stava esso ad una certa distanza dal piano inferiore, e questa distanza poi si cangi in una maggiore o in una minore; o innanzi di effettuare tai cambiamenti di distanza si tolga a detto piano inferiore la comunicazione col suolo, onde rimanga isolato; o l'una e l'altra cosa succeda; oppur finalmente si elettrizzi a parte un piattello con elettricità *positiva*, e uno con *negativa*, indi senz'altro si portino ad affacciarsi a varie distanze; in tutte queste combinazioni, dico, non siegue più l'attrazione la *ragione* inversa *duplicata* delle distanze, bensì o la *semplice* o la *subduplicata*, od una che partecipa di queste due; come le molte mie sperienze mi hanno insegnato: le quali inoltre estese a piatti più grandi, or eguali or ineguali, a sfere, a cilindri, a punte, e a varie combinazioni, mi han condotto ad iscoprire diverse altre leggi curiose del pari che nuove [1].

Ma di questo soggetto non più, che forma una gran parte delle mie ricerche di *Elettrometria*, e che svilupperò ne' miei *Saggi*. Ritornando ora al nostro primario scopo, ch'era di determinare con tal genere di prove a un grado invariabile di elettricità, e di farlo coincidere con un dato grado del quadrante-elettrometro che diventi perciò *fondamentale*, non sarà inutile ch'io vi descriva con qualche maggior dettaglio la mia maniera di fare la sperienza, acciò seguendola voi, ed altri, ottenghiate precisamente i medesimi risultati.

Avendo dunque ridotto come ho detto di sopra il piattello pendente dalla bilancia alla distanza di 2. pollici dal suo compagno che comunica col suolo, o da un altro piano deferente, con porre tutta la cura perchè sia ben esatta

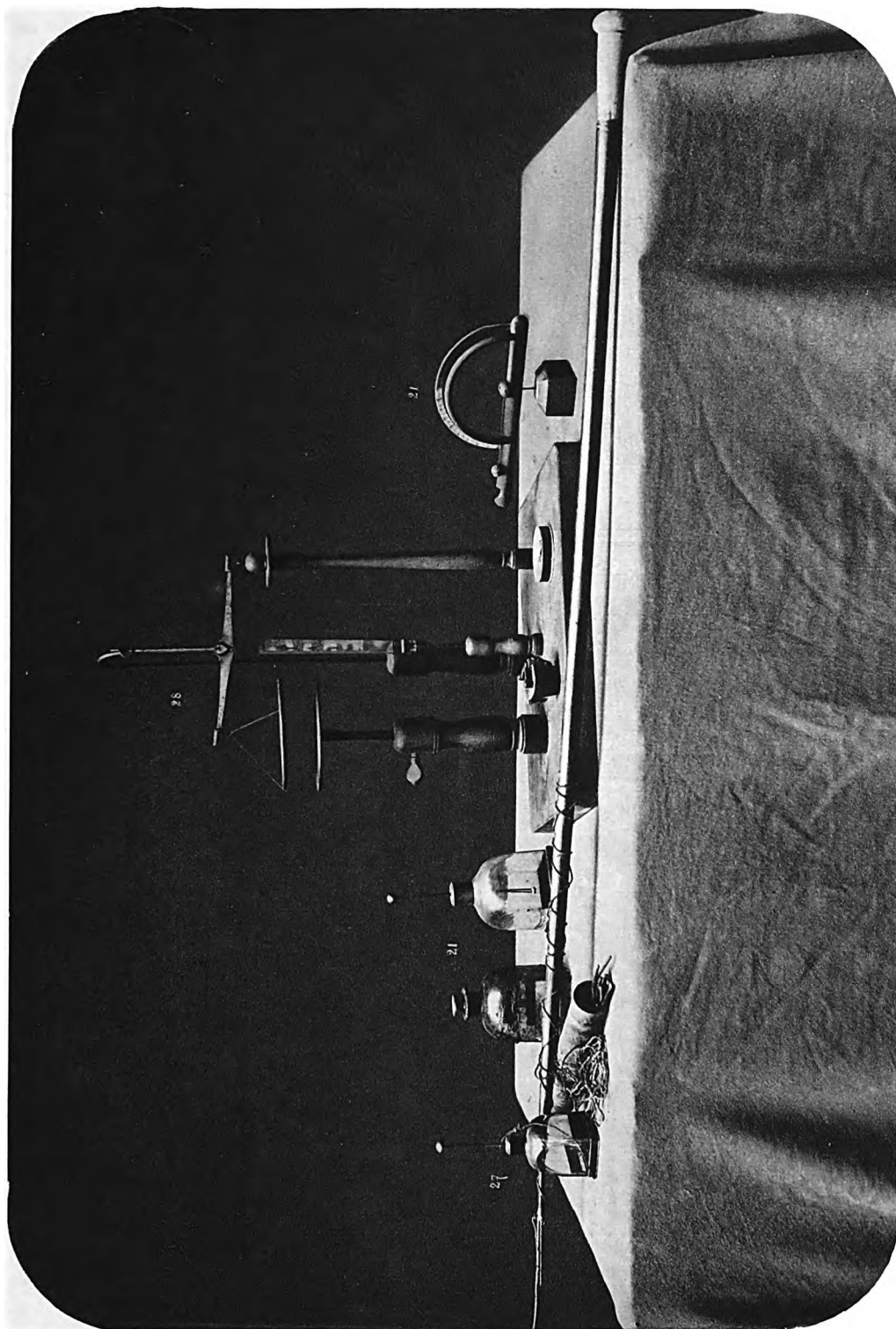
[1] Con riferimento a questo punto *Ant. Coll.* presenta la seguente nota: « Ciò che qui espone il nostro Autore può servire di risposta alla critica fatta al di lui Elettrometro a pagliette dal Prof. HALLÉ V. *Exposition abrégée des principales expériences répétées par M. Volta, en présence des Commissaires de l'Institut national*, etc. Bulletin des Sciences, par la Société Philomatique, an. 10, n.º 58 ».

[Nota della Comm.].

tale distanza, e quello rimanga perfettamente parallelo a questo; e ridotta pure avendo in equilibrio la bilancia, sicchè resti, come suol dirsi, in giudice; ne carico l'altra coppa di 12. grani; e perchè non trabocchi, la sorreggo opportunamente. Allora con una boccia di Leyden carica più che mediocrementemente comincio a dare una scintilla al piattello; ed ecco che questo tira la bilancia, e vincendo il peso de' 12. grani la fa traboccare dalla sua parte. Ripeto di tratto in tratto la prova, e sto attendendo, che la carica della boccia, la quale va mano mano indebolendosi, arrivi finalmente a un segno, che l'attrazione elettrica del piattello toccato dall'uncino di detta boccia non sia più da tanto da far traboccare la bilancia, ma appena la inclini un poco. Trovato cotal grado di carica della boccia, passo a toccare collo stesso suo uncino un piccolo conduttore cilindrico, che porta all'estremità quel quadrante-elettrometro che mi propongo di regolare, al cui pendolo è adattata una pallottola di midollo di sambuco della grossezza che richiedesi, perchè s'alzi per codesta forza di elettricità giustamente a 35. gradi della sua scala (che sono gradi di circolo). Per ottener ciò, adatto dapprima ad esso pendolo una pallottola a caso; indi veggendo e. g. che quello va più alto dei divisati 35. gradi, sostituisco una pallottola più grande; e il contrario nel caso che rimanga addietro: fin tantochè, rinnovando ad ogni prova l'esperimento della bilancia, ho incontrato giusto. Or la grossezza della pallottola, quando il pendolo formato di una mezzana paglia sia lungo 4. pollici, e scorra tra due semicerchj (*a*) di 2. poll. di raggio, è di 3. linee circa. Ma queste dimensioni non è necessario che siano precisamente tali, tostochè il tutto va ridotto alla prova invariabile della bilancia nella guisa che ho sopra indicata, a segno cioè che il pendolo del quadrante-elettrometro marchi appunto 35. gradi per quella forza di elettricità, che fa levare al piattello di 5. poll. di diametro, distante 2. poll. dal piano deferente, 12. grani di peso, nè più nè meno. Quello che si richiede è unicamente, che siano ben determinate e ridotte a precisione queste tre quantità; il che, come si vede, è facile ad ottenersi: con ciò tutti i quadranti-elettrometri non solo si corrisponderanno esattamente in questo grado fisso e fondamentale che è il 35^{mo}; ma andranno del pari d'accordo per tutti gli altri gradi inferiori, che già altrove ho mostrato esser comparabili fra di loro. Io mi sono assicurato di ciò con tali e tante prove, che non lasciano più luogo a verun dubbio o scrupolo.

Il quadrante-elettrometro così regolato non è nè troppo sensibile, nè troppo poco; giacchè un elettrometro a boccetta, come quello che ho descritto nella lettera precedente, il qual abbia cioè le due paglie nude e assai sottili,

(*a*) I due semi-cerehj graduati sono una delle correzioni ch'io ho fatto già da varj anni al quadrante-elettrometro, ad oggetto di evitare quella ripulsione laterale, che soffre da un solo, e che lo rende men libero a salire. (N. dell'A.).



1. Elettrometri di Henley, Cavallo e Bennett, modificati dal Volta (N. LXXXIX (A) e N. LXXXIX (B)).
2. Elettrometro atmosferico comparabile e portatile (N. LXXXIX (D)).
3. Bilancia per determinazioni elettrometriche (N. LXXXIX (B)).

(Dai cimeli scientifici di A. Volta, già posseduti dal R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in Milano).

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN

lunghe 2. pollici, s'incontrerà a marcare a un dipresso 10. gradi per 1. di tal quadrante-elettrometro: il che riesce assai comodo; tanto più che alla piccola differenza, che vi possa essere, si rimedia facilmente col far le paglie un po' più grandi o un po' più picciole, come ho ivi spiegato.

Ho detto che la forza dell'attrazione elettrica è molto più considerabile e costante che quella della ripulsione. Avete veduto infatti come la prima è potente alla distanza di 2. poll. nulla meno e forse più della seconda ad una distanza molto minore, cioè nel contatto medesimo, o presso il contatto, giacchè quella vince lo stesso peso di 12. grani, che vince questa. Or quanto non potrà crescere l'attrazione diminuendosi la distanza? Se è vero, com'è verissimo, e come l'ho già avanzato, che nel modo di fare l'esperienza, di cui qui si tratta, l'incremento di cotesta attrazione è in *ragione duplicata* del decremento della distanza, portato dunque il piattello ad 1. poll. solo di distanza dal piano comunicante col suolo, e ivi toccato dalla boccia carica come dianzi 35. gradi, leverà l'opposta lance della bilancia sopraccaricata di ben 48. grani, ossia 2. danari. Così portato alla metà ancora di questa distanza, cioè a 6. lin., leverà 8. danari, ec. Le prove infatti mi hanno sempre corrisposto per queste non solo, ma per tutte le distanze intermedie da 6. pollici fino a 5. lin. ed anche fino a 4^[1]. Più sotto l'esperienza mi ha sovente mancato, a cagione della trasfusione dell'elettricità, che accadeva dal piattello al sottoposto piano.

Riguardo alla ripulsione debbo soggiungere, che, oltre all'essere debole in proporzione, ella è ancora stentata, manifestandosi per loppìu non già al momento che vien infusa l'elettricità, ma un certo tempo dopo. Ho osservato quasi sempre, che elettrizzati i due piattelli, sia congiunti, sia separati da picciolo intervallo, colla boccia carica al solito 35. gradi, il superiore aggravato dei 12. o 13. grani tarda a sollevarsi 10, 15, 20 minuti secondi, e talvolta più.

In contraccambio questa debole e tarda ripulsione non isminuisce poi che di pochissimo, ciò è appena di 1. 2. o 3. grani, ancorchè i piatti in luogo d'essere contigui si trovino ad un intervallo considerabile, da 1. linea fino a 4, 6, 8, e più ancora. La qual cosa dee parere al certo sorprendente, nè può in alcun modo intendersi (come neppure quel ritardo di cui or ora si è parlato), qualora si ammetta per causa immediata di tali movimenti elettrici una reale forza di *ripulsione*, nel vero e proprio senso. All'incontro sì l'un che l'altro fenomeno, e insieme la debolezza di tal ripulsione comparativamente all'attrazione, si spiegano colla maggiore facilità, tenendo (come è stata sempre mia opinione), che detta ripulsione non sia che *apparente*, prodotta voglio dire non già da una causa distinta, ma dallo stesso principio di attrazione: effetto in somma di quell'attrazione che sentono due corpi investiti di omo-

[¹] Questi risultati elettrometrici appaiono pure in I 7, che si pubblica dopo questa lettera.

[Nota della Comm.].

loga elettricità verso i corpi esterni, e quindi anche verso l'aria che li circonda, segnatamente da quella parte, ove il fluido elettrico di essa aria obbedendo all'azione dell'atmosfera elettrica può venire più facilmente smosso (ritirarsi cioè addietro, e diradarsi se l'elettricità del corpo è *positiva*, od all'opposto accorrere e affollarsi verso di lui, s'ella è *negativa*); giacchè se non succede tale smovimento del fluido elettrico proprio di un corpo, se non diventa nella faccia che presenta all'altro corpo elettrizzato, esso pure elettrico in senso contrario, non ha luogo tra i due corpi alcuna attrazione. Il qual principio fondamentale stabilito così bene da EPINO nella sua grand'opera *Tentamen Theoriae Electricitatis et Magnetismi*, e confermato da tutte le prove possibili, è reso vieppiù evidente da quelle che ho fatto ultimamente colla mia bilancia elettrica, e che tralascio per brevità di riferire [1].

Or tenendoci ad una tale fondata sentenza, che la ripulsione elettrica non sia che apparente, e provengano que' moti attribuiti senza fondamento ad un principio ripellente, soltanto dall'attrazione verso i corpi esterni, se ve ne ha di vicini, e non avendovene, verso l'aria che sta ai lati, torno a dire che spiegansi a meraviglia gli sopra enunciati fenomeni, e rientrano nell'ordinaria legge di questa attrazione: ciò che passo a far vedere brevemente. Domandasi dunque:

[1] *Ant. Coll. presenta a questo punto la seguente nota, che manca in Br. Bibl.:*

Questa ingegnosa opinione del nostro autore conviene perfettamente con quella del celebre P. BECCARIA, il quale nella sua grand'opera dell'*Elettricismo Artificiale* §. 134 in così fatta guisa si esprime: « *Lo stesso Sig. FRANKLIN, dice il Sig. PRIESTLEY alla pag. 472, ingenuamente confessa ch'egli è stato lungo tempo imbarazzato per la spiegazione di due corpi elettrizzati negativamente, e respingentisi. Ed anche a me fin da principio si è appresentata la medesima difficoltà; ma appresso di me non ha mai avuta, e penso ragionevolissimamente, tanta forza, quanta ne ha dovuto avere appresso altri; perciocchè io. I. Anche da principio non ho mai considerato che le divergenze dei corpi egualmente elettrici fossero prodotte nè dall'eccesso nè dal difetto del fuoco elettrico in se assolutamente considerati; ma bensì dall'ineguaglianza fra la dose del fuoco elettrico de' corpi, e del fuoco elettrico dell'aria ambiente; la quale ineguaglianza sussistendo egualmente nel caso dei corpi elettrici per eccesso, e nel caso degli elettrici per difetto, similmente in generale mi si appresentava la possibilità della divergenza di quelli, e di questi... II. Ed ora finalmente, dopo che mi è riuscito di analizzare i fenomeni del pozzo elettrico, e di accertare così la natura dell'atmosfera elettriche, quella spiegazione mi si appresenta tanto rettificata, e tanto conforme ad ogni maniera di fatti che niunissimo scrupolo mi resta nella Teoria Frankliniana così promossa intorno alla possibilità delle divergenze suddette* ». Ma una più diffusa spiegazione di questo fenomeno, si ritrova in una lettera scritta nel 1760 dal medesimo BECCARIA a FRANKLIN pubblicata nella parte seconda del T. 51 delle Transazioni Anglicane come ancora nel suo libretto *De Atmosphaera electrica ec.*

Così la bella teoria del celebre Filosofo Americano illustrata dai due nostri rinomatissimi Fisici, somministra una completa spiegazione di tutti i fenomeni dell'Elettricismo, senza ricorrere ad ipotesi strane, od a moltiplicare gli agenti senza necessità, lochè non sembra dicevole ai progressi delle scienze naturali.

[Nota della Comm.].

1. Perchè infusa l'elettricità ai due piatti, tarda il superiore a levarsi in alto? Per la difficoltà e lentezza, con cui viene smosso il fluido elettrico nello strato d'aria che sta sopra detto piatto, attesa la natura *coibente* di essa aria. Quindi è, che per effettuarsi cotale smovimento del fluido elettrico proprio dell'aria, in dose sufficiente da far nascere tanta attrazione, che vinca il peso di 12. o 13. grani, di cui è gravato il piattello, vi vuole un certo tempo.

2. Perchè cotesta ripulsione de' due piatti, se è vero che non sia che apparente, un effetto cioè dell'attrazione verso l'aria esterna, perchè è così debole in paragone dell'attrazione, che si manifesta tra il medesimo piatto superiore elettrizzato egli solo, e l'inferiore il quale comunichi col suolo? La ragione di questa differenza è, che movendosi il fluido elettrico in cotesto piatto non isolato con piena libertà, può rarefarsi o condensarsi nella faccia superiore, che guarda il piatto elettrizzato, come e quanto esige l'azione dell'atmosfera elettrica: al contrario ciò non può compiersi che in picciola parte nello strato d'aria contiguo al piatto superiore, in grazia d'esser essa, come già s'è detto, *coibente*, ond'è che tanto più debolmente lo attrae.

3. Finalmente onde viene che infusa ai piatti omologa elettricità, siano essi contigui, o siano discosti di alcune linee, il superiore pur si leva presso a poco coll'istessa forza? Viene da che il fluido elettrico proprio della lamina d'aria compresa tra i due piatti punto o poco obbedir può alle due forze, che tendono a smoverlo in senso opposto, finchè la distanza non è che di poche linee: per conseguenza la forza, con cui è tirato in giù il piatto superiore è pressochè nulla; e quindi non può che poco o nulla controbilanciare quella, con cui è tirato in su dall'aria libera (la quale ha potuto, se l'elettricità era *positiva*, sgravarsi di fluido elettrico, e il contrario se era *negativa*, quanto lo permette la sua natura *coibente*). Solamente dunque nel caso che la lamina d'aria compresa tra i due piatti s'ingrossi di molto e formi uno strato alto di 1. poll. di 2. di 4. ecc. potendo allora il fluido elettrico in quell'istesso strato d'aria condensarsi in quantità notabile verso il mezzo se l'elettricità de' piatti è *positiva*, o dal mezzo accumularsi verso i piatti medesimi, se è *negativa*, l'attrazione del piatto superiore in alto verso l'aria libera verrà considerabilmente contrariata, e finalmente bilanciata del tutto, ove la distanza de' piatti portisi oltre i confini delle loro atmosfere.

Molte altre osservazioni mi aveano convinto, che si dovea dar bando ad ogni ripulsione, potendosene far senza per tutti que' fenomeni elettrici, che sembrano indicare una simile forza; e potendosi questi ridurre comodamente all'unico principio di attrazione tra corpi dotati di contraria elettricità, considerata sotto questo riguardo anche l'aria. Tutto infatti concorreva a mostrare, che in ogni caso, in cui due o più corpi si scostano un dall'altro, l'aria si trova in uno stato contrario al loro, cioè scarseggiante di fluido elettrico se essi ne sovrabbondano, e ridondante se ne scarseggiano; e che ove l'aria

ambiente ne scarseggi o abbondi al pari dei pendolini medesimi, questi punto non si scostano. Così e. g. se un filo di ferro guernito a ciascuna estremità d'un pajo di pendolini leggerissimi metta capo in due campane di vetro, l'aria d'una delle quali sia stata previamente impregnata di elettricità, osserverassi come sulla prima i pendolini involti da tal aria elettrizzata divergeranno (qual se appunto si ripellessero), e viemmaggiormente divergeranno, e più a lungo, ove venga a toccarsi col dito il fil di ferro medesimo, perciò che si dà allora maggior luogo al fluido elettrico di ritirarsi da' detti pendolini; come intanto i pendolini che stanno nell'aria non elettrizzata dell'altro recipiente penderanno paralleli senz'ombra di ripulsione; e come poi ritirato il dito, a misura che l'elettricità dall'aria impregnatane si comunica ai pendolini che involge, e per essi a tutto il conduttore ora isolato, i medesimi s'abbasseranno fino al lor totale decadimento, mentre acquisteranno divergenza, e s'alzeranno d'altrettanto i pendolini nell'aria non elettrizzata.

Queste osservazioni, dico, aveano pienamente persuaso e convinto me ed alcuni altri; ma forse non bastavano a convincer altri non pochi, che stanno per la ripulsione elettrica in un senso vero e proprio. Ora però, che le indicate sperienze colla mia bilancia elettrica, e singolarmente quella del tempo notabile che passa dopo infusa l'elettricità avanti che il piattello mobile prenda a scostarsi dall'altro, e le spiegazioni che ne ho date, fan toccare la cosa con mano, credo che tutti verran d'accordo meco su di tal punto, che è uno de' principali della teoria elettrica.

Ma troppo già con tante digressioni mi son dilungato dall'argomento postomi in questa lettera, parlandovi di tutt'altro che del nuovo artificio da me inventato onde trarre molto miglior partito dall'elettrometro atmosferico portatile, e trattenendomi parte sul modo con cui son riuscito a render comparabile il quadrante-elettrometro, e parte sopra altri risultati importanti, che mi han offerto le sperienze a ciò dirette, ed altre analoghe. Mi lusingo però, che voi, Signore, non mi saprete malgrado di tali aggiunte; massime di quelle, che riguardando la perfezione dell'elettrometro medesimo, tendono a promuovere, in un colla scienza dell'Elettricità, la Meteorologia sì strettamente legata con essa. E forse che voi, meglio di me, non ne rilevate tutta l'importanza? Niun Fisico ignora, come a promuovere e perfezionare i varj rami di Scienza naturale, conviene per loppù cominciare dal ridurre a perfezionare i relativi instrumenti. Cosa infatti sarebbe l'Aerometria, e la Termometria; cosa, la Meteorologia, se non possedessimo perfetti Barometri, Termometri ecc.? Tralascio i Microscopj, che han partorito tante scoperte, e tanto han giovato nelle ricerche di Storia naturale; i Canocchiali, Micrometri, Sestanti, ed altri instrumenti di misura, coll'ajuto de' quali han fatto così grandi progressi l'Astronomia, l'Ottica ecc.; tralascio altre macchine, per venire ad un esempio più recente, che ci somministrano gl'incomparabili

Saggi d'Igrometria del Sig. DI SAUSSURE (a), in cui la più luminosa teoria intorno alle varie specie di vapori, in un colle più belle applicazioni a molti fenomeni, specialmente di meteorologia, si è elevata sopra l'invenzione e la riduzione a perfetto stato di quel suo *Igrometro a Capello*, eccellente ad ogni riguardo.

Del resto non è credibile quanto anche una picciola aggiunta a questo o a quell'istrumento già noto, può portarci avanti, agevolando, se non altro, il cammino delle sperienze. Di tal natura è l'addizione, che il prelodato Sig. DI SAUSSURE, dietro ad altre importanti correzioni, ha fatta all'elettrometro a boccetta inventato già dal Sig. TIBERIO CAVALLO, di una sottil verga metallica lunga circa due piedi, che si avvita al cappelletto di detto elettrometro portatile: alla qual addizione tien dietro l'altra mia di un candelino acceso posto in cima a detta verghetta od asta metallica: nel che consiste finalmente quel mio ritrovato od artificio, di cui ho fatto cenno nella lettera precedente, e intorno al quale ho promesso d'intrattenervi in questa seconda.

A procedere pertanto con ordine conviene ch'io ponga dapprima in vista i vantaggi, che ne sono derivati da quella aggiunta, che a cotal elettrometro fu fatta dal Sig. DI SAUSSURE, per indi passare a rilevare i vantaggi, che da quest'altra mia provengono. [1] Richiamovi dunque, mio Signore, al secondo volume de' suoi *Viaggi sulle Alpi* (b), che avrete senza alcun dubbio letto, e in particolare all'eccellente articolo, che riguarda l'Elettricità atmosferica (c), su cui avrete fatto più particolar riflessione. Ivi avete potuto scorgere, come, mercè appunto di quel picciolo conduttore, di quella verghetta metallica, ch'egli adatta al sensibile elettrometro a boccetta, è giunto ad avere in ogni tempo (innalzando l'istrumento semplicemente colla mano, tantochè la base della boccetta venga in mira all'occhio) dei segni ben distinti dell'elettricità dell'aria; a misurarla in qualche modo; ed a seguirne l'andamento periodico giornaliero; cui egli ha determinato per ciascuna stagione. Somigliante istrumento sì comodo e portatile, le istruzioni che il Sig. DI SAUSSURE vi ha aggiunte per servirsene, ed il ragguaglio che ci dà delle sue proprie osservazioni, tuttociò quanto non viene ad accrescere le nostre cognizioni intorno all'elettricità naturale atmosferica, e quanto non rischiara e rettifica le idee su di questo grande oggetto? Non esiterò punto di dire, che egli solo ha più contribuito all'avanzamento di questa bella scienza, di questo ramo principale della Meteorologia, che tutti coloro che prima di lui si sono occupati in osservazioni di questo genere.

(a) *Essay d'Hygrometrie* ec.

(b) *Voyages* ec.

(c) Chap. XXVIII. ec.

[1] Quanto segue è pure esposto in *H* copia 1, pg. 2, ed in *I* 30, pg. 2. [Nota della Comm.].

Non è già che il Sig. DI SAUSSURE abbia fatte scoperte capitali, dell'ordine di quelle di FRANKLIN, di MONNIER^[1], e di BECCARIA; il primo de' quali scoprì l'elettricità delle nubi temporalesche, e trovò il mezzo di preservarci dai danni del fulmine (*a*); il secondo fece un passo più avanti e rinvenne l'elettricità dell'aria serena, nè lasciò d'intravedervi un certo periodo giornaliero (*b*); il terzo infine determinò con più di precisione questo stesso periodo, stabilì che l'elettricità dell'aria serena è sempre per *eccesso*, o *positiva*, ed assoggettò a certe leggi l'andamento e le vicende di una tale elettricità (*c*). Potrei io senza presunzione aggiungere a queste la mia scoperta dell'elettricità prodotta artificialmente colla semplice evaporazione; dove avendo mostrato che i vapori nel momento della loro formazione s'arricchiscono di fluido elettrico a spese de' corpi evaporanti, i quali rimangono con ciò elettrizzati in *meno* o *negativamente*, conduco direttamente a svelare l'origine dell'elettricità atmosferica *positiva*, risultante dal disfacimento e condensazione di questi medesimi vapori (*d*)? Il Sig. DI SAUSSURE trovò queste scoperte già fatte; senza di che vi sarebbe ben giunto egli medesimo coll'ajuto dell'elettrometro atmosferico da lui in tal guisa migliorato, colla sua maniera d'osservare, la sua attenzione ed assiduità; nell'istessa guisa che giunse a confermare, ed a rettificare in gran parte le menzionate leggi rapporto al crescere e diminuire periodicamente l'elettricità atmosferica nel corso delle giornate serene e tranquille; ad iscoprire delle differenze assai notabili, tanto in generale, che relativamente alle ore della massima e della minima elettricità, per le differenti stagioni; ed a stabilire qualche cosa di più certo riguardo ai cangiamenti di essa, che dipendono dallo stato del cielo. In somma quanto non gli dobbiamo noi per tali e tanti soccorsi, che ne ha somministrati? Oltre la serie delle sue sperienze le meglio dirette, che ci servono di modello, egli è per mezzo di questo suo elettroscopio armato nella maniera che si è detto d'una piccola asta metallica alta 2. piedi, strumento così sensibile e così facile a maneggiarsi (a differenza degli altri, de' quali ci siamo serviti finora, molto imbarazzanti, dispendiosi, e con tutto questo meno sensibili e più incerti), egli è, lo ripeto, per mezzo di questo strumento tascabile, mercè di tale aggiunta soprattutto, ch'egli più d'ogn'altro ha contribuito ai progressi della Meteorologia elettrica, avendo messo ormai sul sentiero tanti osservatori, che certo non possiamo non sperare dal numero, e dalla varietà delle

(a) Oeuvres de M. Franklin. Paris 1773.

(b) Mem. de l'Acad. de Sc. de Paris. A. 1752. p. 240. e 241.

(c) Dell'elettricità di ciel sereno. Dell'elettricità terrestre atmosferica §. 1087.

(d) V. l'Appendice alla Memoria del N. A. sul *Condensatore* inserita nelle Trans. Angl. A. 1782. e da noi già citata in una nota alla lettera prima Tom. I. di questa raccolta p. 123. (Gli Edit.).

[¹] Così in Br. Bibl., invece di: « LE MONNIER ».

[Nota della Comm.].

ricerche che si vanno ad intraprendere in ogni parte, di vedere questa bella scienza quanto prima perfezionata. Imperocchè sarebbe ben cosa strana, che i Fisici eccitati dal suo esempio, ed invitati dalla facilità di queste nuove sperienze non meno dilettevoli che istruttive, le venissero poi trascurando, segnatamente coloro, che s'applicano di proposito alle altre osservazioni meteorologiche [1].

I deboli, e poco frequenti segni di elettricità, che si otteneano cogli ordinarij *conduttori atmosferici* anche più elevati; il riuscire essa la maggior parte dei giorni, e in quasi tutte le ore insensibile del tutto, o quasi (a meno di ricorrere ai cervi-volanti, detti ancora *aquiloni elettrici*, non servibili in ogni tempo, e sempre incomodi; ovvero ai *razzi* del Padre BECCARIA, più imbarazzanti ancora; o ai *palloni aerostatici* di più difficile e costosa preparazione), ecco la cagione, per cui ben pochi Fisici hanno avuto o la voglia d'intraprendere simili osservazioni, o la costanza di seguirle come conveniva. E quantunque valesse molto a rendere sensibile cotesta debolissima elettricità atmosferica l'uso del mio *condensatore*, nel modo che descrivo nella citata memoria su tal soggetto (a); e molto più valesse l'applicazione del medesimo apparato fatta in altra maniera coll'intervento di una boccetta di Leyden (ponendo cioè questa in contatto del filo conduttore, per ritrarne quella qualunque carica che poteva, e portandola quindi a toccare il piatto del condensatore ecc.), maniera che immaginai poco dopo la pubblicazione di quello scritto, e di cui da indi in poi mi sono sempre servito; pur nondimeno con tutti questi ajuti succedeva non rade volte, che non si ottenessero segni, o sommamente deboli ed equivoci si ottenessero, in ispecie quando il tempo era piovoso senza temporale, o nebbioso, cosicchè l'umidità facesse perdere al conduttore presso a poco ogni isolamento. Che tale fosse la cagione della mancanza dei segni, lo manifestavano i cervi-volanti, i quali in occasione di pioggia, e massime di folta nebbia, ne facean anzi comparire un'elettricità più forte dell'ordinario (nel primo caso per lo più *negativa*, nel secondo sempre *positiva*); e lo stesso pure ne mostrava un semplice conduttore, di cui si venisse a ben custodire l'isolamento, mandando e. g. fuori della finestra di una stanza sopra un luogo aperto una lunga pertica o canna con attaccato da cima a fondo un filo di ferro, portata tal pertica da un piede isolante, il qual piede rimanesse al coperto nella stanza medesima, ed occorrendo si asciugasse con fuoco. Un somigliante apparato riuscì bene al Sig. RONAINE, al Sig. HENLEY, e ad altri, per osservare la vigorosa elettricità delle nebbie, quella delle piogge, della neve ecc. (b); ma per l'elettricità molto più debole

(a) Lett. I. pag. 123. T. I. di questa Raccolta. [Indicazione del V. riferentesi a Br. Bibl. — Nota della Comm.].

(b) Phil. Transact.

[1] Qui cessa l'accordo con H copia 1.

[Nota della Comm.].

di Ciel sereno, massime in estate, o di Cielo semplicemente coperto, tali conduttori sì poco elevati appena è mai che potessero servire.

Non è dunque da maravigliarsi, se mancando in gran parte i mezzi, o questi riuscendo quando incomodi estremamente e malagevoli, e quando insufficienti, siam molto rimasti addietro nelle osservazioni dell'elettricità atmosferica, non dico già di quella strepitosa de' temporali, che pur pure si osservava, ma dell'altra moderata e blanda, che domina in ogni tempo, e di cui c'importa forse più di conoscere gli andamenti e le vicende; se ben pochi si sono dedicati a tali osservazioni; e più pochi ancora le hanno proseguite indefessamente; prima dell'invenzione dell'elettrometro a boccetta di CAVALLO, sensibile e comodo quanto mai, chiamato da essolui, pell'uso principale a cui destinollo, *Elettrometro atmosferico portatile*; anzi prima che SAUSSURE insegnasse di aggiungervi quella sua verghetta metallica: picciola aggiunta in se, ma pure importantissima pel gran vantaggio che ne procura di potere, come si è detto, aver de' segni dell'elettricità atmosferica, non solamente allorchè domina vigorosa nelle basse nebbie, e si rende sensibile allo stesso elettrometro anche sprovveduto di tal verghetta, ma sibbene a ciel sereno, a qualsisia ora del giorno e della notte, e in qualunque luogo sufficientemente aperto; di poter quindi seguirne con assidue regolari osservazioni il giornaliero periodo, ed ogn'altra modificazione e vicenda.

Io stesso poco contento dell'ajuto, che mi prestava il mio condensatore, giacchè, come già confessai, non sempre, anche col suo mezzo, mi riusciva di aver segni da un conduttore Frankliniano assai elevato, avea molto rilasciato dal zelo, che mi animò dappprincipio, e interrompeva a lunghi intervalli coteste osservazioni sull'elettricità atmosferica. Egli si fu dunque la grande facilità, che offersemi l'elettrometro in tal guisa perfezionato da SAUSSURE, e le belle osservazioni da essolui fatte, che m'invogliarono di riprender le mie al principio di questo anno 1787., nel corso delle quali studiandomi di rendere sempre più obbediente l'istrumento, ed atto a contrarre viemmeglio l'elettricità dello strato d'aria, a cui s'inalza la punta del suo piccolo conduttore, m'avvenne sulla fine dell'inverno di fare la scoperta sopra indicata della prodigiosa influenza, che ha in ciò un candelino acceso od una fiammella qualunque posta su detta cima del conduttore: del qual mio ritrovato od artificio, che è ciò che mi ha data occasione di scrivervi queste lettere, e che deve quindi esserne il soggetto principale, è tempo ormai che vi trattenga, mio Signore, siccome ho promesso.

Una tale aggiunta^[1], voi ben vedete, è anch'essa picciola cosa, considerata in se, non altrimenti che picciola è parsa l'altra della verghetta me

[1] *Nei riguardi dell'argomento, qui torna a ristabilirsi l'accordo con H copia 1, pg. 4.*

[Nota della Comm.].

tallica; ma in quella guisa che non fu cotesta invenzione del Sig. DI SAUSSURE di piccolo momento, attesi i vantaggi che se ne traggono; così di grande importanza, e ardisco dire maggiore, è ancora la mia; mercè di cui giugne l'elettrometro a dar segni non solo assai più grandi dell'elettricità atmosferica, e più al grado di essa corrispondenti, ma, ciò che molto rileva, *indeficienti*; come tra poco mostrerovvi.

In prima dunque, per quello che riguarda il semplice e immediato accrescimento dei segni, basti il dire, che dall'alzare l'elettrometro atmosferico armato della sua asta metallica alla foggia di SAUSSURE, e dall'alzarlo con dippiù un moccolino od un solfanello accesi in cima di tal asta alla mia maniera, osservasi una differenza di più del doppio, e quasi del triplo: cosicchè, ove nel primo caso l'elettrometro non segni e. g. che 2. gradi, divergendo i suoi pendolini di una linea, nel secondo marcherà infallantemente più di 4. gradi, con una divergenza che oltrepasserà due linee. Bello è il vedere in questo modo le paglie del mio elettrometro aprirsi di 5. di 6. di 8. linee, cioè di 10. 12. 16. gradi, e giungere fino a toccare le pareti della bocchetta, per l'elettricità della nebbia, tenendolo colla mano alzato in campo aperto, ed in luogo eminente eziandio per quella di Ciel sereno; quando senza l'admicolo della fiamma non si avrebbe che un terzo o poco più di que' gradi.

Quanto al modo di appicare la fiamma sulla cima del piccolo conduttore, e far che vi si mantenga il tempo che basta, ho trovato più comodo di porvi un solfanello, che un candelino di cera, o qualunque altro combustibile, un di que' solfanelli, intendo, che son fatti di un cordoncino di cotone intriso intieramente di solfo; e ciò per esser questi e durevoli, e men sottoposti ad estinguersi dal vento o dalla pioggia. Un tal solfanello più pieghevole che rigido, per assicurarlo e tenerlo verticale, soglio collocarlo entro una spirale di fil di ferro adattata in cima della picciol asta: talvolta anche l'infilzo semplicemente per traverso colla punta di detta asta. Del resto aggiustatelo pure come più vi piace, ciò è indifferente.

Non debbo qui omettere di farvi osservare, come accrescendo il volume della fiamma, e rendendola più brillante, non ho trovato che si guadagni molto pel nostro oggetto: tutt'al più si ha qualche vantaggio facendo ardere due solfanelli in una sol volta della grossezza ordinaria; vantaggio per tutti i riguardi poco considerabile, eccettuato un solo, di cui avrò occasione di parlare.

Ho cimentato il fumo di diversi corpi senza fiamma, ed ho osservato per verità, che s'ottiene assai più di elettricità con esso fumo, che senza, vuo' dire che colla sola verga appuntata; ma considerabilmente meno col fumo che colla fiamma. Le prime sperienze, allorchè pensai ad accrescere l'elettricità nell'elettrometro atmosferico, le feci coll'inserire nella punta dell'asta conduttrice de' piccioli fuochi d'artificio, dei piccoli razzi, che fabbricai a

bella posta con della polvere macinata e convenientemente umettata, la quale esalava in un colla fiamma molto fumo: ciò io faceva allora semplicemente ad oggetto di accrescere l'altezza e la superficie del conduttore inalzato verso l'aria elettrica. I primi tentativi avendo avuto un ottimo successo, al di sopra anche della mie speranze, pensai tosto a separare la fiamma dal fumo, per conoscere a quale dei due si dovea ascrivere un tal fenomeno; e trovai che era principalmente alla fiamma; di modo che quando questa brilla, il fumo, se ve n'ha, non fa assolutamente nè bene nè male, nulla toglie cioè nè aggiunge alla buona riuscita; ma quando non v'è fiamma, il fumo vi supplisce in parte. Ecco come dopo varj tentativi ho finalmente adottato il solfanello, e mi attengo ad esso, siccome al meno imbarazzante di tutti; facile altronde essendo di portarne una provisione in tasca unitamente al battifuoco.

Potrebbe nascere in capo a qualcuno un dubbio, che la fiamma per se stessa, come pure il fumo, producessero quell'elettricità, che si rimarca nell'elettrometro. A prima vista il dubbio non sembrerebbe senza fondamento, dopo d'avere io stesso scoperto e dimostrato, che ogni evaporazione, e particolarmente la combustione de' carboni, producono effettivamente un'elettricità sensibile nell'apparecchio isolato, che serve di sostegno. Ma di grazia quale specie di elettricità producono l'evaporazione de' fluidi, lo sviluppo delle arie fattizie, e la combustione de' carboni, secondo le mie esperienze ripetute più e più volte? L'ho detto e lo replico, tanto più sicuro del mio fatto, quanto che da altri Fisici di prima sfera (SAUSSURE, CAVALLO) è stato confermato: un'elettricità costantemente *negativa*. Dovrebbe dunque essere del pari negativa nell'elettrometro atmosferico adoprato alla mia maniera, se fosse veramente generata dalla fiamma che arde in cima all'asta, o dai vapori eruttati dal seno della fiamma medesima. Eppure son molto più frequenti i casi in cui quest'elettroscopio dà segni di elettricità *positiva*: e non ne dà assolutamente di *negativa*, con tutta la fiamma che brilla sulla sua cima, se non quando regna diffatto questa specie di elettricità nell'atmosfera; come ne assicurano le altre sperienze fatte al tempo stesso cogli elettroscopj semplici, voglio dire non provveduti di fiamma. Osservo altronde che non ogni combustione produce elettricità: quella dei carboni, facendo in modo che proceda molto lentamente, mi riesce meglio: al contrario con una combustione più viva, non ottengo quasi nulla, e nulla affatto allorchè vi dà dentro la fiamma. Così è, la fiamma è un gran nimico di cotesta elettricità artificiale prodotta dall'evaporazione. Ma non ho bisogno di tutte queste considerazioni per distruggere il sospetto d'una tale elettricità generata: basta solo trasferirsi in un luogo in cui l'elettricità atmosferica non si faccia punto sentire, p. e. in fondo d'un'angusta corte, in istrada, e per maggior sicurezza in una sala grande quanto si voglia: in tutti questi siti avete bello sollevare l'elettroscopio munito del solfanello ardente, non vi compare il minimo segno d'elet-

tricità. Gli è dunque la vera e propria elettricità atmosferica, e in niun modo un'elettricità da noi prodotta, quella di cui l'elettroscopio ci dà dei segni mediante il solfanello acceso, allorchè s'innalza nell'aria aperta.

L'avvantaggio d'aumentare considerabilmente i segni dell'elettricità atmosferica coll'ajuto d'una picciol fiamma, allorchè questi segni fossero già sensibili all'elettrometro armato della semplice verga, è un nulla in paragone del vantaggio di rendere percettibile quell'elettricità, che senza l'aggiunta di tal fiamma insensibile rimarrebbe e inosservata. Nel primo caso l'esperienza ha il bene d'essere più bella, e più spiegata, ma non altro; nel secondo ella è veramente istruttiva. Vi sono dei tempi, sebben di raro, in cui l'elettricità atmosferica in aperta campagna, ed anche alla cima d'un colle, sopra un baluardo, all'angolo d'una terrazza elevata ec., sembra nulla, od è appena percettibile; impercettibile poi trovasi quasi sempre, fuori dei temporali, in mezzo d'una corte, d'un angusto giardino, trammezzo alle case, agli alberi ec. Ora in queste circostanze, in cui alla maniera del Sig. DI SAUSSURE e con tutta l'attenzione possibile, vi riuscirà difficilmente di ottenere alcun segno; fate uso alla mia maniera del solfanello, e vi prometto, se non sempre, il più delle volte, dei segni marcatissimi di elettricità: vedrete i pendolini dell'elettrometro aprirsi, e conservare la divergenza sovente più di una linea, e quasi sempre più di mezza, ossia di 1. grado: ciò che basta non solo per dinotare l'esistenza dell'elettricità, ma per farne riconoscere la specie. Ora quanto non è egli comodo e vantaggioso (allorchè le circostanze non ci permettono di sortire in campagna aperta) di poter fare con frutto tali esperienze in ogni ora, con comodità, nel suo giardino, fuori della finestra della propria camera ecc.?

Ma non è qui tutto: il massimo vantaggio non consiste nell'ingrandimento dei segni, che abbiám veduto, bensì nell'incessanza dei medesimi, che ora passo a mostrarvi. Qui dunque farò osservare una differenza essenziale nel modo d'agire dell'elettrometro atmosferico adoprato alla mia maniera, cioè a dire coll'addizione della fiamma in cima della verga conduttrice. Questa differenza, e quindi il gran vantaggio, provengono da che coll'ajuto d'una tal fiamma l'elettricità dello strato d'aria, in cui questa arriva, non agisce semplicemente per *pressione*, secondo le leggi delle *atmosfere elettriche*, come quando non vi è la fiamma; ma è trasmessa effettivamente e realmente a questa verga, ed all'elettrometro annesso.

Per accertarsi di questo basta la seguente osservazione. Avendo distrutta col tocco d'un dito, o altrimenti, tutta l'elettricità dell'istrumento, cessa, com'è naturale, la divergenza de' pendolini: ritirate il dito, e la vedrete rinascere immantinenti, e giungere in pochi secondi al medesimo grado di prima. Si ponno così ripetere più volte i tocamenti, e far comparire più volte di seguito l'elettricità, finchè la fiamma è vigorosa. La cosa è sì costante, e l'effetto così marcato, che fissando gli occhi sui pendolini dell'elettrometro,

m'accorgo del momento in cui la fiamma che tr'ovasi sulla cima della verga verticale e che non vedo, s'estingue, da ciò che i pendolini fatti cadere col toccamento del dito non si riaprono più al ritirarlo.

Ho indicato che cotesto incessante succhiamento che fa dell'elettricità dell'aria il nostro apparato non ha luogo senza l'intervento della fiamma, cioè a dire allorchè s'innalza l'elettroscopio armato semplicemente della sua verga: anzi in questa maniera il conduttore, per quanto sia acuminato, non ne beve punto: ciò che rimarca, e spiega eccellentemente giusta le note leggi delle atmosfere elettriche l'istesso SAUSSURE.

Convien però restringere la proposizione, e dire, che non s'infonde realmente alcuna elettricità dall'aria nel conduttore sollevato, fin tantochè questa elettricità è debole o moderata, fin tantochè può misurarsi da' nostri elettrometri a boccetta; imperocchè essendo più vigorosa, come alle volte succede nell'irruzione di qualche pioggia, in tempo di neve, e più sovente all'accostarsi delle nubi temporalesche, non manca essa d'insinuarsi e di comunicarsi realmente al detto conduttore atmosferico, ancorchè sprovveduto di fiamma. In tutti gli altri casi i più ordinarij, allorchè l'elettricità dell'atmosfera è moderata, sia nei tempi sereni calmi o ventosi, sia nei tempi più o men coperti, non temporaleschi, sia infine nel più folto delle nebbie in cui si mostra considerabilmente più animata, egli è costante, ch'essa non può comunicarsi realmente al conduttore dell'elettroscopio atmosferico sollevato da terra pochi piedi, senza l'interposizione d'una fiamma, o d'un fumo che faciliti questa trasfusione. Ardisco dire, che se si sollevasse ad una altezza venti volte più grande, l'elettricità colassù tanto più animata non si comunicherebbe ancora, non si trasfonderebbe nel conduttore, almeno con prontezza (lo veggiamo da' cervivoli, i quali debbonsi elevare sovente a più centinaia di piedi per dar segni durevoli); giacchè non parlo di quella che si può insinuare lentissimamente ed insensibilmente, il che ha luogo anche poco distante da terra.

Così è: la dose del fluido elettrico del nostro picciolo apparato atmosferico durante il breve tempo dell'esperienza, non soffre nel suo totale nè addizione nè diminuzione sensibile, per l'elettricità moderata, *in più*, o *in meno*, dell'aria che circonda la sua parte superiore. Intanto però quest'aria elettrizzata non lascia d'agire sopra detto conduttore secondo le leggi delle atmosfere, d'agire, come si suol dire, *per pressione*, cacciando il fluido elettrico dalla parte superiore della verga metallica inalzata contro di lui, verso la parte inferiore, ed ivi condensandolo. Ciò, come ben si comprende, accade ogni volta che l'elettricità dell'aria è *in più*, che è il caso più ordinario; giacchè l'opposto avviene in que' rari casi, in cui questa medesima aria è elettrizzata *in meno*: vuo' dire che allora per l'azione di una tale *atmosfera negativa*, il fluido elettrico si porta dalla parte inferiore alla superiore del conduttore innalzato. Un tale smovimento del fluido elettrico proprio del conduttore, di cui i pendolini

dell'elettrometro fanno parte, è la sola cagione della divergenza di questi; e si dice ch'essi si repellano elettricamente, quantunque detto conduttore non abbia contratto alcuna elettricità dal di fuori, quantunque nulla abbia ricevuto in sè dall'elettricità dominante dell'aria, di cui risente soltanto l'azione; in una parola quantunque non sia dotato che d'una elettricità *accidentale* od *attuata*, come mi piace di chiamarla. Che la cosa sia così si rende manifesto, dacchè abbassandosi l'apparecchio vengon tosto a cadere i pendolini. Essi cadono pure, come in ogni caso avvenir deve, nel momento che col dito si tocca il cappello dell'elettrometro, o l'asta metallica ch'esso porta; ma quel che vuol considerarsi qui, è che cadono senza risorsa; cioè che non si riproducono più i segni d'elettricità, tuttochè si continui a tener sollevato in alto l'istrumento, e si cessi dai toccamenti. Or egli è pur chiaro, che tali segni non mancherebbero di ricomparire, quando l'elettricità venisse realmente dall'aria infusa all'asta metallica. Abbiamo infatti veduto, che ricompajono incessantemente nel caso che una fiammella in cima di essa asta promova cotal trasmissione dell'elettricità.

Dopo tutto ciò è facile d'intendere, che il dito o qualunque altro corpo che tocchi il conduttore dell'elettrometro atmosferico allorchè questo è senza fiamma, non può ricevere che una sol volta pochissima dose di fluido elettrico; cioè a dire quel poco che si ritira dalla parte superiore della verga metallica immersa nello strato d'aria elettrizzata debolmente *in più*: quantità che è troppo al di sotto di quella che si ricerca per caricare anche debolissimamente una boccia di Leyden; la quale, per piccola che sia, è sempre d'una *capacità* considerabilmente più grande di un tal conduttore: come ho dimostrato in una Memoria sulla *capacità de' conduttori* pubblicata anni sono nel giornale di ROZIER [1].

Non è così dell'elettrometro guarnito del solfanello acceso, o di qualunque altra fiamma in cima della verga metallica: giacchè siccome coll'interposizione di essa fiamma succhia realmente l'elettricità dell'aria, e ne riprende a misura che ne lo spogliano i toccamenti, come ho di sopra fatto vedere; così ne avverrà, che ove gli si faccia toccare l'uncino d'una boccia di Leyden, questa scaricando successivamente il conduttore, nel quale è deposta e s'infonde di continuo l'elettricità dell'aria, si carichi ella medesima al punto di lasciar prendere ai pendolini la medesima divergenza che avevano dianzi: cioè a dire, che se i pendolini prima che si toccasse il conduttore erano aperti p. e. di 2. o 3. linee, ossia marcavano 4. o 6. gradi, essi caderanno al primo toccar che si faccia il conduttore colla boccia di Leyden; ma poco a poco la loro divergenza si ristabilirà a misura che questa stessa boccia verrà caricandosi, finchè l'intensità di una tal carica sia portata al grado medesimo di 2. o 3. linee d'aper-

[1] Vedasi nel Vol. III, il N. XLVII (A).

[Nota della Comm.].

tura de' suddetti pendolini dell'elettrometro. Ho soventi provato, che per arrivare a questo non abbisogna un intiero minuto, ossia il tempo che impiega uno de' miei solfanelli a consumarsi bruciando, purchè la boccia non abbia più di 10. o 12. pollici quadrati di superficie armata.

Adesso con tal boccia carica 4. o 6. gradi dell'elettrometro a boccetta, ciò che ottengo quasi sempre ne' tempi calmi e sereni, nelle ore anche meno favorevoli, facendo l'esperienza in un luogo aperto (stando sopra di una terrazza elevata, sopra un baluardo, in cima ad una torre ec. ho sovente nelle stesse circostanze 12, 15, 20 gradi, e di tanti posso caricare la boccia), quale forza di segni non potrò io ottenere, ricorrendo a un altro artificio, al mio *condensatore*? La cosa parrà incredibile a chi non ha sufficiente cognizione o pratica di questo strumento; non già a voi, mio Signore, che ne possedete benissimo la teoria, e gl'effetti ne conoscete in tutta l'estensione: e ciò fin da quel tempo, ch'ebbi il piacere di trovarvi giusto occupato intorno al condensatore nel mio passaggio da Gottinga. Voi dunque non avrete pena a credere, ch'io giunga per tal mezzo ad eccitare delle scintille assai forti, a caricare molto bene un Elettroforo, a stampare sopra degli strati resinosi i bellissimi vostri *fiori elettrici*, ad accendere non che l'aria infiammabile, fino la resina polverizzata ecc.

Ma non è tutto ancora: rimettendo un dopo l'altro varj solfanelli, o adattando in luogo d'essi un moccio, tanto che la fiamma arda lo spazio d'un quarto d'ora, o poco più, io vengo a termine di caricare al medesimo punto di 4. di 6. di 12. e più gradi, secondo che ne dà segni l'elettrometro, una boccia di Leyden anche grande: colla quale poi, mediante il solito giuoco del condensatore, carico un'altra piccola boccia al più alto grado a cui può giungere carica, fino cioè a provocarne l'esplosione spontanea, fino a spezzarla ecc. Sarebbesi mai creduto solamente pochi anni fa, che si potesse raccogliere tanta elettricità dall'aria calma e serena? E ciò ad un'altezza così picciola da terra, qual è quella di 6. o 7. piedi?

Ma è tempo di finire questa lettera. Nella seguente avrò molte cose ancora a dirvi su tal prodigiosa virtù della fiamma, e sull'applicazione estremamente proficua della medesima in esplorare l'elettricità atmosferica.

AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA.

Cart, Volt. I 7.

A distanza di lin. 10. i soliti gr. 35. tirarono da 69. grani (e gradi 20. tirarono da 22. grani).

A distanza di lin. 8. i soliti gr. 35. tirarono da 108. grani (e gradi $17\frac{1}{2}$. tirarono da 27. grani).

A distanza di lin. 6. i soliti gr. 35. tirarono 8 dan. cioè gr. 192. (e gradi $17\frac{1}{2}$. tirarono grani 48. circa).

.....
A distanza di 2. poll. il piattello della bilancia dal tavolo con Elettr.^a di 35. gradi, tira grani 13. prossimamente.

N. B. 34. in 35. gradi tirano 12. grani; 35. in 36, 13. grani. (Preferisco i gradi 36. per la più facile divisione).

Con Elettricità di gr. $52\frac{1}{2}$, l'attrazione fu di grani 27. giusti ec. con elet. di gr. 45 (cioè 49 in 50. colla correz.^o) l'attr.^o fu di grani 24.

.....
A distanza di lin. 18. gradi 50. circa (colla corr.^o) levarono 48. grani (e gradi 35. grani 24).

A distanza di lin. 9. i sol.^{ti} gr. 35. levarono 96. grani (e la bilancia traboccò fino al contatto).

E gradi 45 (cioè 50.) levarono il doppio cioè grani 192. (l'esperienza non riesce sempre bene perchè l'elettricità si trasfonde ecc.).

E gradi $17\frac{1}{2}$. levarono grani 24. (e il traboccamento seguì a mala pena, o non seguì).

E gradi 41. (colla correz.^o circa 43) levarono 6. dan. cioè gr. 144.

E gradi 48 (colla corr.^o 56 circa) grani 240. (sper.^{za} difficile come sopra, per l'effusione ecc.).

N. B. Queste sperienze furon fatte con maggior esattezza, riposando la coppa della bilancia gravata dei pesi sopra uno sgabelletto.

.....
A 1. poll. di distanza — elettr.^o il piattello a parte 35. gr. indi ecc. tirò 16. gr.: — elettrizzato in luogo ne tirò 48.

Elettrizzato a 25. gr. tirò 8. grani — elettriz. in luogo 24. grani.

Elettr. a gr. $17\frac{1}{2}$ o 18. in disparte ec. tirò 4. grani; rieletrizzato sotto al suo luogo gr. 12. Ripetuta idem.

Elettr. a gradi $17\frac{1}{2}$ sotto, indi ritirato ed elettr.^{to} in disparte gr. 35. e rimesso sotto tirò grani 16.

N. B. Altre volte elettrizzato a parte tirò non un terzo, ma un quarto solo o poco più che elettrizzato sotto, cioè 3. contro 12. e 12. contro 48. Ma replicata un altro giorno l'esperienza tirò giusto 16. contro 48. a distanza di 1. poll.: e a distanza di 2. poll. tirò 6. elettrizzato a parte e 12. elet.^o in faccia. A distanza di poll. $2\frac{3}{4}$. tirò 6. grani in un modo, e 4. nell'altro. Finalmente a poll. $\frac{1}{2}$ cioè lin. 6. tirò 96. e 28. grani. A lin. 3. 24 dan. e dan. $1\frac{1}{2}$.

Elettr.^o a 22. a parte tirò 6., sotto 18.

Distanza de' piattelli poll. 2. elet.^a di 35. gr. tira 12. grani: ritirata la boccia, e abbassato il piattello super.^e ad 1. poll. tirò 24. a mala pena.

N. B. Replicata la sper.^a un altro giorno elettrizzando il piattello super.^e ed essendo l'inferiore non isolato alla stessa distanza prima di 2. poll. indi portato a quella di 1. poll. Il risultato fu il medesimo.

.....

Distanza lin. 9.

Il piattello infer.^e stando sotto si toccò colla boccia carica gr. $17\frac{1}{2}$: ritirata quella, e toccato il sup.^e col dito, tirò gr. ... [1].

Ritirato il dito, e ritoccato il piatto inf.^e con boccia carica 35. gradi, tirò gr. 12.

Ritirata la boccetta, e ritoccato il piatt. sup.^e col dito, grani 24. abbond.

Tenendo la boccetta gr. 35. al contatto del piatto infer.^e, e il dito in contatto del piatto super.^e gran. 96.

.....

Ripulsione.

Un piattello sospeso sopra l'altro in distanza di lin. 18.

Elettricità di 38. gradi.

1.^o Elettrizzato uno e l'altro in disparte, indi collocato sotto, ripuls. gr. 16 in 17.

2.^o Elettrizzati ambedue un sotto l'altro gr. 8.

3.^o Elett.^o un solo in disparte, indi collocato sotto facendolo prima toccare, gr. 4.

[1] Una macchia non permette la lettura sicura del numero dei gradi. [Nota della Comm.].

Distanza de' piattelli lin. 36.

Elettr.^a gr. 38.

1.^o ripuls. gr. 12.

2.^o ripuls. gr. 6 e un pochetto dippiù.

3.^o ripuls. gr. 3. in 4.

Distanza de' piatti lin. 18.

Elettricità di gr. 19. e di gr. 38.

1.^o ripuls. gr. 3. in 4.

Ritirato il piattello infer.^o e toccato con boccia carica gr. 38., indi rimesso sotto l'altro, senza toccar questo, ripuls. grani 7. in 8.

Elett.^{ti} ambi i piattelli in disparte gr. 19. indi portato l'un sotto l'altro, come nel sper. 1.^o; indi senza ritirare l'inferiore toccatolo colla boccia carica gr. 38. ripuls. gr. 6.

N. B. Duplicata pertanto l'elett.^a a parte in un solo, la ripulsione è doppia, duplicata in ambedue ella è quadrupla. E lo stesso duplicata in un solo, o in ambedue conjugati.

.....

Attrazione.

Distanza lin. 3.

Elettricità della boccia gradi 35. In 36.

1.^o Si tocca l'inferiore piatto con detta boccia, restando il sup.^o isolato. Attrazione di grani 3. in 4, altre volte di 2. grani a mala pena.

2.^o Si tien toccato il super.^o, e l'infer.^o. comunicando col suolo: attraz. grani 576. cioè dan. 24. cioè onc. 1.

Ripetuta un altro giorno la prova, idem.

Distanza lin. $4\frac{1}{2}$

1.^o attraz. di gran. 2. indi alcuni secondi gran. 3. pel fluido elett.^o che si ritira un poco entro all'aria, o su negl'isolatori ecc.

2.^o dan. 13. circa.

Distanza lin. 6.

1.° attraz.° di gran. 2. scarsi.

2.° danari 8.

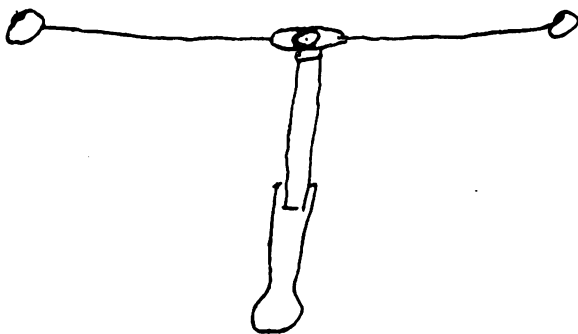
N. B. Secondo la ragione inversa duplicata delle distanze avrebbe dovuto essere in luogo di 1. oncia, onc. $1\frac{1}{2}$, e in luogo di 13. danari, dan. 16; e in luogo di 8. dan. 9. La ragione per cui l'attrazione non fu tanta credo che sia questa. Sebbene la boccia abbia 35. in 36. gradi di elettric.ª tensione, e tale la mostri anche dopo l'esperimento, nell'atto però che tocca il piatto sup.°, e questo è grandemente *compensato* dal piatto infer.° non isolato, la boccia stessa, e quindi detto piatto sup.° che comunica ad essa, hanno una tensione notabilmente minore dei 35. gradi.

La cosa l'ho verificata servendomi di una boccia molto più capace, colla quale carica 36. gradi, alla distanza di lin. $4\frac{1}{2}$, m'accostai assai più all'attraz.° di 16. danari, mentre ne ottenni circa 15., per la distanza di lin. 3: se non ottenni li 36. danari di attraz.° ne ottenni 30: insistendo vi fu esplosione da un p. all'altro.

Quantità di elettricità

che riceve un piattello secondo che è solitario, o conjugato.

Piattello A. solitario da una boccia carica a 30. gradi ricevè tale elettri-



cità che scompartita ad uno scaricatore col manico isolante, questo scaricatore toccando il secondo elettrometro a boccetta, vibrò le paglie a gr. 15.

L'istesso piattello A. elettrizzato in compagnia del piattello B. che gli pendeva sopra in distanza di lin. $4\frac{1}{2}$. coll'istessa boccetta egualmente carica diede gr. 7. in 8.

L'istesso coniugato a distanza di lin. 9. gr. 9.

a distanza di lin. 12. gr.

di lin. 18.

di lin. 24.

.....

Distanza di poll. 4.
Boccia carica di gr.^{di} 35.

Elettrizzati i due piatti a parte, indi associati, ripuls.^e grani 7. quasi.
Distanza poll. 3. ripuls.^e grani 7.
Distanza poll. 2. gr. 8. in 9.

Ripulsione.

Queste sperienze colle antecedenti furon fatte con somma diligenza ed accuratezza.

Distanza poll. 1 $\frac{1}{2}$.	ripuls. ^e grani 11.
» poll. 1.	gr. 13. in 14.
» lin. 9.	gr. 16.
» lin. 6.	gr. 18.
» lin. 4 $\frac{1}{2}$.	gr. 20.
» lin. 3.	gr. 24. abund.
» lin. 1.	gr. 32.

Ora adoperando elettricità la metà men forte, cioè di soli gradi 17 $\frac{1}{2}$ la ripuls.^e per quest'ultimo caso fu quattro volte minore, cioè di grani 8. in 9.

E lo stesso elettrizzando un solo piatto a parte, indi compartendo la sua elettr.^a all'altro, e tenendoli affacciati alla stessa distanza di lin. 1., cioè ripulse gr. 8. in 9.

Elettrizzando finalmente ambedue i piatti affacciati, gr. 12.

.....

Attrazione.

Cercar volendo se doppia elettr.^a in un piatto, niente avendone l'altro, produca tanta attrazione, quanto la metà di quella elettr.^a combinandosi, che il piatto opposto contragga l'elettr.^a contraria.

1.^o Elettr.^o il piatto A. in disparte con boccia carica 35 gradi, indi portato sotto al piatto B. a distanza di lin. 6. vi ebbe attraz.^e di grani 2. stentati; e lo stesso elettrizzando l'istesso piatto B. mentre stava sotto. Se non che a poco a poco guadagna l'attraz.^e a misura che il fluido elettrico può ritirarsi dal piatto B. nell'aria, e su pei cordoncini di seta non mai abbastanza isolanti.

2.^o Elettrizzo il piatto A. in disparte o sotto (alla medesima distanza di lin. 6.) con boccia carica la metà, cioè gradi 17 $\frac{1}{2}$, indi ritirata la boccia,

provoco il piatto sup.^o B. a scaricarsi del suo fuoco naturale: supposto anche che si scaricasse tanto da acquistare elettr.^a negat.^a di $17\frac{1}{2}$ gr. (il che è ben lungi che sia, attesa la distanza di lin. 6.) la differenza numerica sarebbe di 35. nulla più che nella sper.^a 1^a.; ma è notabilmente meno, come si è detto; eppure l'attraz.^o è del doppio maggiore, arrivando a grani 4.

.....

Pressione che soffre il fluido elettrico di un piatto
stando affacciato ad un altro elettrizzato.

Elettricità gradi 35.

Si esplora il piatto isolato infer.^o che soffre la pressione per l'elet.^a del super.^o, facendogli toccare il cappelletto del secondo elettrometro a boccetta, il quale dopo tal toccamento si ritira, e se ne osservano i gradi, che marca.

Distanza de' due piattelli poll. 6.

L'elettrometro marca gradi 4.

Distanza poll. 4.	elettr. ^o gradi 6.
dist. poll. 3.	elettr. ^o gr. 8.
dist. poll. 2.	elettr. ^o gr. 12.

.....

Adoperai per ricavare il fluido elettrico dal piatto *attuato* una verga metallica isolata terminante in palla, e con questa poi toccai il cappelletto dell'Elettrometro.

Distanza de' due piatti poll. 2.	Elettrom. gr. 5. in 6.
dist. lin. 16.	elettrom. gr. 8.
dist. lin. 12.	elet. ^o gr. 10. in 11.
dist. lin. 6.	elet. ^o gr. 13. in 14.

Elettricità di gradi $17\frac{1}{2}$.

Distanza lin. 6.

1.^o Ricevendo nella verga isolata l'elettricità stessa del piatto elettrizzato

elettrom.^o gr. $7\frac{1}{2}$.

2.^o Ricevendo la scarica del piatto *attuato* » gr. 5. in 6.

Distanza lin. 12	1. ^o Elettrom. gr. $7\frac{1}{2}$
	2. ^o gr. 4 buoni
Distanza lin. 16	1. ^o gr. $7\frac{1}{2}$.
	2. ^o gr. 4. scarsi

Distanza lin. 24	2°	gr. 2. $\frac{1}{2}$.
Distanza lin. 36. ossia poll. 3.	1°	gr. 7. $\frac{1}{2}$
	2°	gr. 1. $\frac{1}{2}$ cioè 6 dell'ettr.° più sensibile.
Distanza poll. 4.	2°	gr. 5 ... del sensibilissimo
Distanza poll. 6.	2°	gr. 3 " "

Continuazione delle sperienze di ricevere in una verga isolata il fluido elettrico del piatto semplicemente *attuato*, e di toccare con detta verga l'elettrometro sensibilissimo.

N. B. Convien aver l'attenzione di toccare con detta verga il detto piatto *attuato* per di sotto, non trammezzo lui e il piatto elettrizzato. Con questa attenzione dunque ripigliai le sperienze, cominciando dalla

distanza di poll. 6.

Elettricità di gradi	$\left. \begin{array}{l} 17 \frac{1}{2} \\ 35. \end{array} \right\}$	elettrom.° gradi	$\left\{ \begin{array}{l} 4. \\ 8. \end{array} \right.$
----------------------	--	------------------	---

distanza poll. 4.

Elettricità di gradi	$\left\{ \begin{array}{l} 35. \\ 17. \frac{1}{2} \end{array} \right.$	elettrom.° gradi	$\left\{ \begin{array}{l} 13. \text{ in } 14. \\ 6 \frac{1}{2} \end{array} \right.$
----------------------	---	------------------	---

distanza poll. 3.

Elettricità di gradi	$\left\{ \begin{array}{l} 35. \\ 17. \frac{1}{2} \end{array} \right.$	elettrom.° gr. 16. *	
		" gr. 8.	

* Il mio elettrometro sensibilissimo toccando i 16. si porta tosto ai 20. ed alle pareti del vetro ecc. onde mi servo invece dell'altro, che segna 1 grado solo per quattro, e nel presente caso ne segna giusto $4 = 16$.

N. B. A distanza di un pollice e un quarto, o di un pollice e mezzo, il piatto *attuato* si scarica giusto della metà del fluido di cui è gravato il piatto *attuante*, ossia elettrizzato: ho provato ciò con 5. 10. 15. 20. 25. e 30. gradi del Q. Elettrometro.

Attrazione.

distanza lin. 3.

Elettrizzato in disparte il piattello pendente gradi 35. poi portatovi sotto l'altro piattello non isolato = attraz.° grani 44.

distanza lin. 6.

Ripetuta l'esperienza (con gradi cioè 35.)	attraz. ^e gr. 31. circa
Ripetuta con distanza di lin. 12. ecc.	» gr. 20. circa
Ripet. con distanza di lin. 24. ecc.	» gr. 10. circa
Ripet. con dist. » lin. 36. ecc.	» gr. 5.
Ripet. con dist. » lin. 48. ecc.	» gr. 3.

Ripulsione.

Elettrizzati ambedue i piattelli a parte gradi 35. indi affacciati a distanza di lin. 3. ripulse grani 25.

Affacciati a dist. lin. 6.	ripul. gr. 22. circa
a dist. lin. 9.	gr. 19.
a dist. lin. 12.	gr. 14. in 15.
dist. lin. 18.	gr. 12. circa
» » 24.	gr. 10.
» » 36.	gr. 7. buoni
» » 48.	gr. 6. quasi
» » 60.	gr. 4. buoni
» » 72.	gr. 3. buoni

N. B. L'elettricità, quantunque l'igrometro marcasse gr. 76., non si sosteneva molto bene, massime la *negativa*: perciò colla *positiva* si ebbero maggiori effetti, come marcano le cancellature.

N. B. Che si sostenga molto più l'elettr. *positiva* l'ho provato così. Elettrizzato il conduttore cilindrico che porta il quad. elettr. a gradi 30. *positivamente*, cadeva a 27. gradi circa in 15. secondi, e in altri 15'' a 25. e in altri 45'' o 50'' a 20 gradi ecc.

Elettrizzato del pari a 30. gradi, ma *negativamente* cadeva in 15'' a 25. in altri 15'' a 22. gradi; e in altri 15'' a 20.

Tenendo la boccetta applicata al conduttore del Quadr. elettrom. avanti che cadesse l'elettricità *positiva* da 30. a 20. gradi, passarono da 30. minuti primi; e ne passarono sol 16'. essendo l'elettricità *negativa* per cadere similmente da 30. gradi a 20. In 30. minuti poi cadde fino a 16. ^[1]

.....

[¹] A proposito dello stesso argomento, vedansi le parti di I 7 che vennero pubblicate nel N° LX, del Vol. IV. [Nota della Comm.].

Attrazione.

S'infonde tra due palle d'ottone di 3. poll. di diametro la solita elettr.^a di 35. gradi alla super.^e che sta sopra l'inferiore comunicante col suolo.

Elett.^a 31. gradi.

Distanza delle due palle poll.	1.	attraz. ^e grani	8.
dist.	$\frac{1}{2}$.	gr.	16. in 17.
dist.	2.	gr.	3.
dist.	3.	gr.	$1\frac{1}{2}$.
dist.	$1\frac{1}{2}$.	gr.	4. scarsi.

Elettrizzata 35. gradi la palla sup.^e in disparte, indi presentatagli sotto l'altra non isolata in distanza di poll. $\frac{1}{2}$. attraz. grani 10.

dist.	1.	gr.	6. in 7.
dist.	$1\frac{1}{3}$.	gr.	3. buoni.
dist.	2.	gr.	2.
dist.	3.	gr.	1. buono.

Ripulsione per i soliti gradi 35. di elettricità.

Distanza	0.	ripuls. ^e di grani	6. in 7.
dist. lin.	3.	»	6.
dist. lin.	6.	»	$5\frac{1}{2}$.
dist. lin.	9.	»	5.
dist. lin.	12.	»	5.
dist. lin.	18.	»	$4\frac{1}{2}$.
dist. lin.	24.	»	4.
dist. lin.	30.	»	$3\frac{1}{2}$. scarsi.
dist. lin.	36.	»	3. scarsi.
dist. lin.	48.	»	2. scarsi.

Dati i 35. gradi di elettr.^a ad ambedue le palle in disparte, indi affacciate in distanza 0. ripuls.^e di grani 7.

dist. lin.	3.	gr.	6.
dist. »	6.		$5\frac{1}{2}$.
dist. »	9.		5.
dist. »	12.		5 scarsi.

Attrazione.

Elettricità i soliti 35. gradi.

elettrizzata la palla superiore, l'inferiore comunicando col suolo;			
distanza lin.	3.	attraz. gr.	32. scarsi
»	» 6.		15.
»	» 9.		8.
»	» 12.		5.
»	» 18.		2. scarsi.
»	» 24.		1. buono.

N. B. Queste sperienze sono state fatte con somma attenzione in tempo favorevolissimo, onde sono più sicure delle altre qui contro.

Attrazione dei soliti piattelli.

Elettrizzato il piattello sup.^o solitario con carica di gradi 15. indi portatogli sotto l'altro non isolato a distanza di lin. 6.

L'attrazione fu da 3. in 4. grani.

Ripetendo l'esperienza con doppia elett.^a cioè di gradi 30.

Attraz.^o di grani 14. circa.

Con tripla elettricità, cioè di gradi 45.

Attraz.^o di grani 32. circa.

N. B. L'attrazione in questa maniera è dunque come il quadrato dei gradi di elettricità.

Dando la carica al piattello super.^o in faccia all'inferiore non isolato alla stessa distanza di lin. 6.

Colla carica di 45. gradi	attraz. ^o di 240. grani
» » di 30. gr.	» » 100. circa
» » di 15. gr.	» » 18. grani

La capacità del piattello superiore accostato all'inferiore non isolato a distanza di lin. 6. m'è parsa sei volte maggiore di quando sta isolato solitamente, ossia che riceva sei volte maggior dose di electr.^a. Imperocchè una picciola boccettina di Leyden, che perdeva soltanto $\frac{1}{40}$ della sua carica toccando il piatto isolato solitamente, ne perdettesse circa $\frac{6}{40}$ toccandolo in tal modo *conjugato* ecc.

Attrazione

tra i due piatti di 5. pollici di diametro.

Bocchetta carica gradi 15.

Dist. lin. 3.	attr. grani 96.
» » 6.	24.
» 9.	12. circa
» 12.	6. Con bocce. 32. gradi attr.° gr. 24.

Bocchetta carica gradi 20.

Dist. 12.	attr.° grani 12.
-----------	------------------

Bocchetta gradi 36.

Dist. 12.	attr.° grani 48.
-----------	------------------

N. B. Se l'attrazione cresce, come pare, in ragione duplicata della forza elettrica, dunque 36. gradi del Quad. Elettrom. sono il doppio di 20., e quindi vanno valutati 40.

N. B. Avea già osservato che l'attrazione cresceva in maggior ragione della *duplicata* della carica della boccia. Ripetendo l'esperienza a quest'oggetto con più d'attenzione in giornata favorevolissima ho trovato che la ragione è quasi *triplicata*; o più giustamente *media tra la duplicata e la triplicata*.

Così a distanza di lin. 6. 13. gradi facendo tirare al piattello grani 12; gradi 26. gli fecero tirare assai più di 48. grani; come porterebbe la *ragion duplicata*; ma considerabilmente meno di 96. grani come porterebbe la *ragione triplicata*, e furono grani 72. circa; così gradi 39. gli fecero tirare dan. 9. medio tra dan. 4 $\frac{1}{2}$. giusta la *ragion duplicata*, e dan. 13 $\frac{1}{2}$. giusta la *triplicata*.

La ragione *duplicata inversa delle distanze* è molto più giusta: ben inteso, che il piattello infer.° comunichi costantem.° col suolo.

Poichè se tolta questa comunicazione dopo infusa l'elettr.^a al piattello super.°, si diminuisca la distanza del doppio, cresce del doppio solamente l'attrazione. Così avvenne riducendolo da un poll. a $\frac{1}{2}$. e da $\frac{1}{2}$ ad $\frac{1}{4}$.

Cart. Volt. I 8 β.

Il piattello infer.^e comunica col suolo; il sup.^e sospeso alla bilancia distante 2 poll. toccato colla boccia carica 30. gr. tira 12 grani: toccato colla boccia carica 46 gr. (che valgono 52 fatta la correzione del Q. E.) tira 36 grani, cioè tre volte tanto.

Ora $30^2 = 900$. e $52^2 = 2704$. tre volte maggiore di 900.

Finalmente toccato colla boccia carica da 42. in 43. gradi, tira giusto 24. grani, corrispondentemente al quadrato di 42 in 43, che è doppio del quadrato di 30.

Queste sperienze riuscirono esattissime ripetute più volte in tre diversi giorni favorevolissimi al mantenimento dell'elettricità 5.-7. e 8. Apr. 1788.

Ridotta la distanza de' due piattelli alla metà, cioè ad 1. poll. l'attrazione fu del quadruplo, cioè di 48 grani per 30. o 31. gr. di elettricità.

E della metà, cioè di 24. grani, l'elettricità essendo da 21. in 22. gradi, il di cui quadrato è giusto la metà del quadrato di 30. a 31.

Toccandolo con la boccia carica il doppio dell'antecedente, cioè a gradi circa 44 (colla correzione) l'attrazione fu quadrupla, appunto cioè di 96. grani.

Toccandolo finalmente con boccia carica da 15. a 16. gradi l'attrazione fu il quarto dell'attrazione con 30. a 31. gradi, cioè di 12. grani.

.....
Ridotta la distanza a poll. $\frac{1}{2}$. da 32. gradi tirarono 8. danari.

E da 16. gradi = tirarono 2. danari.

Finalmente 43. gradi circa tirarono 16. danari.
.....

Grandissima precisione.

La distanza poll. $1 \frac{1}{2}$. i soliti 35. gradi tirarono 21. in 22. grani | e gradi 30. tirarono da 15. in 16. grani |.

La distanza 16. lin. i soliti gradi 35. tirarono 27. grani. | E gradi $17 \frac{1}{2}$. tirarono grani 7. scarsi. |.

La distanza 12. lin. i sol^{ti}. gr. 35. tirarono 48. grani | e gr. 24. circa 21. grani.
.....

Sper. 1^a. Il piattello inferiore comunicando col suolo per mezzo di un filo di ferro, ed essendosi toccato il superiore con boccetta carica 20. gr., tirò mezzo danaro.

Sp. 2^a. Tolta allora la comunicazione del piattello inferiore col suolo, onde rimanesse isolato, e toccato il piattello superiore con boccetta carica il doppio, cioè 40. gr. (corretti) tirò il doppio giusto, cioè un danaro.

3^a. Rimesso il filo di ferro, sicchè il piattello inferiore comunicasse di nuovo col suolo, e toccato di nuovo il piattello superiore, sempre alla distanza di 15. lin., colla boccetta carica come nella sper. 2^a. 40. gr., tirò di nuovo il doppio, cioè il quadruplo della sper. 1^a.

Collocato l'elettrometro sensibile a boccetta armato del suo piattello sotto un altro piatto isolato in distanza di 7. in 8. poll. e toccato questo piatto colla boccetta carica 20. gr. del Q. E. le paglie s'aprirono di 8 gradi: toccato per di sotto il piattello dell'elettrometro, caddero le sue paglie, le quali, trasportandolo via, si riaprirono da 7. in 8. gradi. Ripetuta l'esperienza colla boccetta carica il doppio, cioè 40. gr. le paglie dell'elettrometro s'aprirono anch'esse del doppio, cioè gr. 16. sì per l'elett.^a di *pressione* stando esso sotto il piatto elettrizzato, che per la reale elett.^a contraria contratta con toccare il cap-pelletto, e indi portarlo via ecc.

Ecco dunque perchè nelle sperienze superiori, essendosi il piatto inferiore nella 3^a. sper. sgravato di due porzioni del proprio fuoco per averlo fatto comunicare col suolo mentre era sotto la pressione di doppia elett.^a, l'attrazione fu quadrupla; e doppia soltanto nella 2^a. sper. in cui sotto la doppia pressione potè sgravarsi di una porzione sola ecc.

LXXXIX (C).

CONTINUAZIONE DELLE LETTERE

DEL SIG.

DON ALESSANDRO VOLTA

SULLA

METEOROLOGIA ELETTRICA

LETTERA TERZA.

5 Agosto 1787 — Maggio, Giugno 1788.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Bibl., T. III, maggio, giugno 1788,
pg. 79.

Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 104.

Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: I 31 α ; I 31 β ; I 31 γ ; I 30 ϵ ;
K 6.

Univ. Bibl. Gottinga.

Cart. Volt.: H copia 2.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Bibl.

DATA: H copia 2 porta la data 5 agosto 1787, mentre la lettera che si dà in questo Numero apparve in Br. Bibl., T. III, che presenta la data: « maggio, giugno 1788. ».

Br. Bibl. « Lettera terza »: è una memoria in forma di lettera diretta al Lichtenberg, in cui il V., dopo aver discusso sull'uso del condensatore e dell'elettrometro a fiammella nello studio dell'Elettricità atmosferica, parla dell'elettrometro atmosferico portatile ed a lanterna, e delle osservazioni compiute con questi strumenti. Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799: vedasi la nota di frontespizio nelle « Osservazioni » a pg. 29 di questo Volume.

H copia 2: è la copia della seconda lettera redatta in francese e realmente inviata dal V. al Lichtenberg, in data 5 agosto 1787, di cui il Mns. autografo trovasi presso

la Univ. Bibl. di Gottinga. Questa lettera, tradotta dal V. in italiano e rifiuta coll'aggiunta di parti nuove, diede luogo alla prima metà della « Lettera terza » Br. Bibl.

I 31 (α, β, γ): costituiscono la minuta autografa di H copia 2, con cui concordano letteralmente, salvo lievi varianti. In I 31 α trovasi l'indicazione, pure autografa, di « 2^e Lettre ».

I 30 ϵ : venne citato anche al precedente N° LXXXIX (B) con I 30 δ : la seconda metà dell'ultima pagina di I 30 ϵ riguarda l'uso del condensatore e della fiamma per porre in evidenza l'esistenza di lievi tracce di Elettricità atmosferica, e corrisponde alla pg. 2 ed alla prima metà della pg. 3 di I 31 α .

I 31 δ : costituisce una prima redazione, con correzioni ed aggiunte, di I 31 α , I 31 β e della prima pagina di I 31 γ , dai quali Mns. è completamente assorbito.

K 6: è la redazione autografa di un discorso recitato dal V. il 9 maggio 1788 all'Università di Pavia, in occasione del conferimento del grado di agrimensore a due candidati. Tale Mns. porta il seguente titolo autografo: « *Sopra un più comodo apparato per esplorare la blanda elettricità atmosferica, e l'applicazione che potrebbe farsi della fiamma per dissipare quella furiosa de' Temporalì* ». La prima parte di questo discorso è completamente assorbita dalla « Lettera terza » che qui si pubblica, e la seconda parte dalla « Lettera quinta », che è pubblicata nel N° LXXXIX (E).

LETTERA TERZA

Non crediate, mio Signore, ch'io abbia nella lettera precedente esagerato la forza dei segni, ch'io sono in istato d'ottenere, ed ottengo realmente, raccogliendo prima dall'aria coll'artificio della fiamma copia di elettricità in una boccetta di Leyden, e concentrandone indi gran parte nel *Condensatore*, come ho spiegato. Ben lungi dall'esagerare, ho detto poco ancora; mentre ristretto mi sono a parlarvi dei segni vivaci che ottengo a pochi piedi da terra, non già da nuvoli temporaleschi, il che non sarebbe poi tanto sorprendente, ma dall'aria calma e serena, mediante gl'indicati strumenti tascabili, sì l'uno che l'altro.

Or dunque lasciando da parte i temporali in cui l'elettricità per manifestarsi vigorosa non ha bisogno di simili artificj, dirovvi, che per ottenere que' segni vivaci sopra enunciati, cioè de' pennoncelli spontanei, delle forti cariche, delle scintille fulminanti, non ho neppur bisogno de' tempi e delle circostanze in cui l'elettricità dell'aria vicino a terra è più animata, qual nelle basse e folte nebbie ne' giorni sereni d'inverno verso il mezzo dì, e nell'ore prime della rugiada d'estate; come neppure ho bisogno di portarmi a fare l'esperienza in luogo aperto e sgombro all'intorno di case e di piante, o sopra un luogo eminente: non ho bisogno, torno a dire, di tali favorevoli circostanze di tempo e di luogo; stantechè un'elettricità debolissima mi basta, tale che possa far divergere le paglie del mio elettrometro di un grado (che è mezza linea), ed anche di meno, adoperandolo alla maniera del Sig. DI SAUSSURE; il qual grado viene poi a più di due e quasi tre gradi adoperandolo alla mia maniera, cioè coll'aggiunta della fiammella in cima del conduttore. Più: io ho ancora i segni abbastanza vivaci (sempre coll'ajuto della fiamma, e mediante il solito giuoco del *Condensatore*) allorchè l'elettrometro senza l'adminicolo della fiamma dovrebbe marcare meno di un grado, che è quanto dire non darebbe più segno sensibile, coerentemente a quanto ho mostrato nella prima lettera (a), cioè che se gli assi delle paglie trovansi già naturalmente distanti

(a) V. Tom. I. pag. 94. e seg. [1].

[1] Questa, come le successive citazioni, si riferiscono a Br, Bibl. [Nota della Comm.].

un dall'altro mezza linea, o poco meno, non si scostano che punto o poco dippiù per l'elettricità di un sol grado. Eppure per cotale elettricità affatto insensibile al sensibilissimo elettrometro, qualora s'innalzi questo armato della semplice e nuda verga metallica, io giungo ad ottenere come per prodigio delle scintille, con innalzarlo egualmente, ma provveduto del candelino o solfanello acceso in cima di detto conduttore; con tener in contatto di esso conduttore per alcuni secondi l'uncino di una boccetta di Leyden; e con fare da ultimo con questa giuocare un buon condensatore, nel modo che ho spiegato.

Che se l'elettricità dell'aria sia molto più debole ancora, non arrivi es. gr. che a un 10.^{mo} ad un 20.^{mo}, diciamo più, ad un 100.^{mo} di grado, io avrò tuttavia, mediante i soccorsi riuniti della fiamma e del condensatore, se non delle scintille, dei segni distintissimi di elettricità, portati cioè a più gradi dell'elettrometro sensibile a boccetta.

Non vi vuol molto a comprendere questa specie di prodigio dopo quello che ho detto della 2.^a virtù della fiamma nella 2.^a lettera (a), e della capacità del condensatore nella lettera 1.^a (b). Suppongasì dunque che l'elettricità dell'aria non sia che un 100.^{mo} di quella, che potrebbe dar segno di 1. grado all'elettrometro a paglie il più sensibile, armato del suo conduttore, ma senza fiamma. In tal supposizione comincio a far riflettere che, aggiugnendosi la fiamma, quel 100.^{mo} di grado crescerà a più di 2. 100.^{mi}: poi che tale elettricità non sarà di semplice *pressione*, ma verrà istillata realmente nel conduttore, e vi si rifonderà a misura che esso ne sia spogliato: per il che una boccetta di Leyden, che gli si faccia toccare andrà poco a poco caricandosi anch'essa fino a 2. o 3. 100.^{mi} di grado; diamo per istare bassi, a 2. solamente. Fin qui ci manca ancor molto, perchè siano i segni sensibili; e a nulla certo varrà il toccare coll'uncino di questa boccetta sì povera di carica il cappelletto del più sensibile elettrometro (fosse anche quello del Sig. BENNET a listerelle di foglia d'oro, di cui si è reso conto a principio della lettera precedente (c)). Ma si tocchi invece il piatto metallico di un condensatore ben in ordine; esso per quella straordinaria *capacità* di cui gode mentre sta applicato al piano di marmo od altro semi-coibente, raccorrà nel suo seno buona parte della carica della boccia: la metà circa, se la superficie di lui combaciante detto piano sia presso a poco eguale alla superficie armata della boccia di Leyden, come già ho indicato nella lettera 1.^a (d). Dividendosi pertanto la carica della boccia che abbiám valutata di 2. 100.^{mi} di grado,

(a) Vol. II. dalla pag. 130. alla pag. 142.

(b) Vol. I. pag. 127.-136.

(c) Vol. II. nella nota alla pag. 104.

(d) Vol. I. pag. 133. e seg.

dividendosi per metà, ridurrassi sì in essa boccia che nel piatto giacente del condensatore ad 1. 100.^{mo}. Ma, come ho mostrato verso la fine della citata lettera, detto piatto dispiega, levandosi speditamente in alto, con quella stessa elettricità che contrasse giacente, dispiega, dico, in ragione della cotalo per tal separazione diminuita sua capacità, una forza molto maggiore, che va d'ordinario a 120. volte dippiù; e però con quel 100.^{mo} di grado salirà a gr. 1, 20; che è più che bastante per rendersi sensibile.

Ho voluto metter sott'occhio per maggiore chiarezza l'esperienza e il computo nel caso che si faccia uso di un buon condensatore a parte. Non debbo però lasciare di ricordare il vantaggio considerabile, che si ha (come ho ivi mostrato) ove si riunisca in uno il condensatore e l'elettrometro a boccetta, armando cioè il cappelletto di quest'ultimo di un piattello, che faccia officio di condensatore, mediante l'applicare ad esso e premervi sopra colla mano un pezzo di taffetà verniciato. Quando l'elettricità è sommamente debole gli è questo se non l'unico mezzo, il più opportuno di cavarne partito. Se all'incontro è debole pur anco, e impercettibile medesimamente senza condensatore, tale però che coll'aiuto di questo ottener se ne possano oltre a 15. o 20. gradi (come sarebbe se arrivasse senza tale ajuto ad un quarto di grado, ad un terzo, a mezzo), non è più spedito condensarla nel piattello dell'elettrometro medesimo, per la ragione che le paglie giugnendo a toccare le pareti della boccetta che le cinge, non ci lascerebbero giudicar bene della forza: allora o si può sostituire il secondo elettrometro a pendolini più pesanti, armando questo, invece del primo del piattello condensatore, o ricorrere al solito condensatore separato: al qual ultimo spedito conviene appigliarsi ogni volta che ci piace d'avere belle e spiccate scintille, l'elettricità essendo da tanto, giugnendo e. g. a caricare senz'altro la boccia di Leyden più d'un grado o di due dell'elettrometro a paglie sottili.

Avendo così messo in vista di quanto soccorso sia il condensatore per ingrandire i segni dell'elettricità che con picciolo apparato e a pochi piedi da terra raccogliamo dall'atmosfera per mezzo di un candelino o zolfanello acceso; e mostrato avendo come senza una tale fiammella, che bee realmente l'elettricità anche debolissima dell'aria (a differenza di un semplice conduttore quanto si voglia acuminato, che in tal caso sente soltanto un'elettricità *di pressione*), l'intervento dello stesso condensatore a poco o nulla servirebbe; debbo ora, per nulla dissimulare, parlarvi, o Signore, di alcuni inconvenienti, che accompagnano l'uso di questo strumento nelle sperienze di tal genere, e che ne limitano i vantaggi: in tal maniera nè voi, nè altri mi accuserà di averli troppo decantati, come altrimenti sembrar potrebbe. Dirovvi dunque, che ben riconoscendo la poca costanza del condensatore per ciò che riguarda la quantità appunto del condensamento, il qual suol esser maggiore o minore dipendentemente da molte circostanze assai variabili, come ho spiegato nella

1.^a lettera (a), son io il primo a convenire, che non gli si deve aver troppa fede, che non è da stare alle sue decisioni, allorchè si tratta non di scoprire solamente, ma di misurare l'elettricità dell'aria, e di paragonarne i gradi ne' differenti luoghi, tempi, e costituzioni dell'atmosfera. Come mai infatti accertarsi, per quanta attenzione si ponga, che il condensatore si trovi in tutti i casi in uno stato di attitudine eguale? E supposto pur che lo fosse, come prometterci di fare sempre l'esperienza con eguale celerità e destrezza, il che pure molto influisce al maggiore o minore ingrandimento dei segni, secondo che ho ivi accennato?

Convenendo però che il condensatore è un istrumento infedele, ove trattisi di misure precise, son ben lungi dall'accordare, che in niun modo servir possa alle osservazioni comparate dell'elettricità atmosferica, a misurarne cioè almeno all'ingrosso le diverse forze. L'esperienza, la quale mi ha insegnato, che sendo in buon ordine il piano semi-coibente (facendolo cioè intiepidire al sole o al fuoco, s'egli è un piano di marmo non abbastanza asciutto, o, s'egli è un buon taffetà cerato o verniciato, tenendolo semplicemente netto e mondo); e facendosi l'esperienza con sufficiente destrezza, il condensamento dell'elettricità infusa nel piatto metallico da una boccetta di Leyden debolissimamente carica va a 120. volte circa (b), mi ha mostrato ancora, che quando, sendo elevato l'elettrometro atmosferico con in cima al suo piccolo conduttore la solita fiammella, le paglie divergono di 2. gradi, di 3., di 4., una boccetta di Leyden avente 10. in 12. poll. quadrati di armatura, e il collo incrostato di ottima ceralacca, perchè sia ben isolante, tenuta in mano e fatta toccare coll'uncino a tal conduttore giunge a caricarsi in 5. o 6. minuti, se non di tanto, poco meno di quei 2. 3. o 4. gradi. Or sia e. g. il condensatore di tal capacità, che per esperienze fatte, prenda la metà della carica della boccetta (c). Con questi dati io posso facilmente calcolare dai gradi di elettricità che otterrò mediante la boccetta e il giuoco del condensatore, di qual forza sia l'elettricità che immediatamente e semplicemente contrae il conduttore per via della fiamma dell'aria ambiente. Supponete che una volta io ottenga 60. gradi (a marcare i quali già non vale il primo elettrometro a paglie sottili, ma sibbene il secondo a pendolini più pesanti): siccome, io dico, il condensamento è di 120. volte; dunque il piatto del condensatore in un colla boccetta che lo toccò giacente, furon ridotti a un mezzo grado: ma la boccetta con tale tocco perdeva la metà; dunque avea prima 1. grado; dunque 1. grado e un poco più ne avea il conduttore atmosferico, che caricò la boccetta quasi al livello della sua forza. Un'altra volta io ottengo coll'istesso giuoco p. e. 15. gradi dell'elettrometro

(a) Vol. I. pag. 131. e seg.

(b) loc. cit.

(c) l. cit. p. 133.

sensibilissimo: dunque l'elettricità infusa dall'aria nel conduttore non era che di $\frac{1}{4}$ di grado ecc.

Dal che si vede, che, se non a rigore, per l'indicata incertezza di quei dati, pure con qualche approssimazione; se non con esattezza scrupolosa, più o meno all'ingrosso giudicar posso de' gradi i più infimi dell'elettricità atmosferica, e istituirne de' paragoni, per lopp più sufficienti all'uopo: quando senza l'ajuto del condensatore, con tutto il beneficio della fiamma, non che misurare, e paragonar fra loro elettricità cotanto deboli, neppur riuscirei a scoprirne l'esistenza.

Gli è vero, che i casi son molto rari, in cui alzando in luogo aperto l'elettrometro atmosferico armato della sua verghetta metallica col solfanello in cima acceso, non si abbiano con questo solo segni sensibili dell'elettricità atmosferica. E allora, ove massimamente giungano a più d'un grado, sarà molto meglio il lasciar da parte il condensatore, come si è avvertito sopra, riservandolo per i soli casi di necessità, in cui senza di esso non si fa nulla. Quando dunque se ne può fare di meno, quando con maggiore esattezza e precisione si possono notare i gradi dell'elettricità senza di lui, sarebbe gran peccato di ricorrere a un tale stromento, che per simili osservazioni comparative indurci potrebbe in errore, come si è veduto. E a qual pro involuppare con nuovi maneggi l'esperienza, e accrescerne cotanto l'imbarazzo? Quando non fosse per sorprendere gli spettatori poco istruiti, che stordirebbero ad una vivacità così grande e inaspettata di segni. Poco manca dunque, che non rileghiamo tralle sperienze di puro divertimento quelle d'ingrandire i segni dell'elettricità atmosferica, che regna d'ordinario anche nella bassa regione, fino ad ottenerne forti e vivaci scintille mercè il giuoco del condensatore, quando nulla ci apprendono dippiù; quando per le osservazioni comparative serve meglio, e più sicuramente il solo elettrometro provveduto della fiamma. Però non diamo a quello un bando assoluto, essendovi pure i casi, in cui vien buono, come si è già rimarcato, e avrem occasione di vedere ancora in seguito.

Ma è egli poi così, che le semplici immediate osservazioni fatte coll'elettrometro atmosferico portante in cima del suo conduttore la fiamma siano in ogni caso, in cui l'elettricità atmosferica è sensibile in questo modo, accertate e fedeli; e non v'è nulla a temere dall'incostanza della fiamma? non dobbiam punto temere un'incostanza corrispondente ne' segni dell'elettrometro stesso a cui appartiene? ciò che, come si vede, renderebbe molto soggette a errore anche tali osservazioni, qualor si pretendesse che fossero comparate. Confesso che in sulle prime ebbi io pure questo dubbio, il quale in me prese viemmaggior forza, allorchè un dotto Fisico mio amico, a cui communicate avea le mie prime sperienze, mi fece un tale obbietto; ma un poco più di riflessione, e il seguito delle mie osservazioni lo dissiparono, e io fui rassicurato. Non tardai guari

a comprendere che poco o nulla si ha a temere da qualsivoglia incostanza della fiamma, tostochè grande o piccola ch'ella sia, languida o vivace, giunge a succhiare l'elettricità dell'aria, e a tramandarla al conduttore presso a poco con eguale facilità, a segno almeno di far divergere i pendolini dell'elettrometro d'un'eguale quantità, vuo' dire dello stesso numero di gradi, come ho già fatto osservare nella precedente lettera, colla sola differenza di un po' più presto o un po' più tardi; di che avrò occasione di parlare. Ora se la maggiore o minore grandezza e vivacità della fiamma non porta una differenza considerabile nel successo, che è sempre compiuto; chi non vede, che le altre modificazioni di essa fiamma non vi avranno maggiore influenza; che quindi poco o nulla importerà ch'ella sia verticale o inclinata, più o meno fumosa ecc. ? Vuolsi una fiamma; e tanto basta. Infatti per tutto il tempo che brucia il solfanello, se voi distruggete reiteratamente con dei toccamenti la divergenza qualunque sia dei pendolini dell'elettrometro, questa rinasce tosto che cessate dal toccare, e in breve giunge al grado di prima: vi giunge, dico, così bene negli ultimi istanti, in cui la fiamma langue moribonda, come dianzi allorchè ardeva il meglio del mondo.

L'uso della fiamma sì efficace a trarre giù dal Cielo l'elettricità non riconosce dunque alcun inconveniente, che ne diminuisca i tanti vantaggi, che vi abbiamo trovati, e che ci obblighi a rinunciarvi in alcun caso, eccetto quello di un'elettricità tanto forte, che nè l'uno nè l'altro degli elettrometri a boccetta valga a misurarla: la qual cosa, adoperando il solito apparato portatile, e levandolo in alto semplicemente colla mano, sia in campagna aperta, sia in qualche luogo eminente sì, ma non troppo, non accade che in tempo di qualche forte temporale. Sebbene anche allora può servire cotal apparato, tenendolo più basso, e posando l'elettrometro fino sul suolo, può, dico, servire, meglio sempre colla fiamma che senza, a mostrare come, e con qual forza l'elettricità del temporale medesimo giugne vicino a terra. Io ho in questo modo avuto segni più d'una volta, e talora sensibilissimi, posando sul suolo in mezzo ad un giardino o ad una corte il semplice elettrometro (senza cioè la solita verghetta metallica) col candelino inserito immediatamente sul suo cappelletto, sicchè la fiamma non distava da terra che pochi pollici.

Si può in questi casi di forte elettricità atmosferica, siccome pure negli altri più frequenti, in cui ella è sensibile a segno di far divergere di 2. o 3. gradi le paglie dell'elettrometro provveduto della sua verga conduttrice, ed innalzato quanto può farsi comodamente colla mano, si può a scanso di quel poco più d'imbarazzo che porta l'adattare in cima ed accendervi il solfanello, tralasciar di ciò fare, non essendo assolutamente necessario. Ad ogni modo io sostengo che sarà sempre vantaggioso, anche allora che ne compajono in questa più semplice maniera 2. 3. 4. gradi, di servirsi della fiamma, per la ragione che accrescendo questa più del doppio e quasi del triplo, come è

fatto costante, cotali segni, veniamo con ciò ad avere una scala più estesa per le osservazioni comparate. Oltredichè per questo mezzo della fiamma, e non già nell'altra maniera, l'elettrometro ne viene a segnare il giusto e preciso grado di quell'elettricità che regna nello strato d'aria, ove porta la testa il conduttore atmosferico: ciò che accenno qui solamente, riservandomi a farlo vedere in altro luogo, là dove le cagioni e la maniera porrò in chiaro, onde la fiamma è cotanto disposta a contrarre l'elettricità dell'aria.

Ho dunque ragione di raccomandare l'uso della fiamma per simili osservazioni senza riserva, senza restrizione di sorta. Quanto al condensatore, ho fatte già le debite restrizioni, per ciò che riguarda le osservazioni comparate: dal che apparisce che son ben lungi dal consigliarne l'uso indistintamente; e che lo disapprovo anzi, trattandosi di tali osservazioni comparate, ogni qual volta senza di lui si rende già sensibile l'elettricità atmosferica e giunge a più gradi. Or andrò anche più innanzi, e concederò che il condensatore sia di poca o nessuna utilità, eziandio per delle osservazioni isolate, ed anche riuscir possa nocevole, qualora l'elettricità è abbastanza sensibile senza il suo intervento: tutto questo concederò; purchè non mi si contrasti la grandissima sua utilità in molti incontri, ne' quali diviene di un soccorso unico impareggiabile; ed è quando senza di lui non ci è dato di scoprire la minima elettricità, sia per lo stato medesimo dell'atmosfera, sia per la situazione poco favorevole in cui ci troviamo per questa sorta di osservazioni, come allorquando siamo circondati d'alberi, da case ec. Quante volte infatti non ho io ottenuto de' segni non equivoci ed anche forti di elettricità per mezzo del condensatore, non solamente sperimentando coll'elettrometro atmosferico portatile, di cui ora si tratta, ma sibbene con un gran conduttore fisso, eretto alla foggia de' Frankliniani sulla sommità d'un edificio; quante volte, dico, non ho io ottenuto de' segni distintissimi applicando all'uno o all'altro di tali apparati il condensatore, in tempo che lasciando di valermi di questo prezioso strumento non otteneva nè dall'uno nè dall'altro il minimo che, non mi era cioè possibile di scoprire alcun indizio di elettricità atmosferica?

Quanto all'elettrometro portatile basti il dire che ne ottengo segni stando ad una finestra, che guarda una piazza od un giardino, e fuori portando da essa l'istrumento provveduto della sua verga metallica e della fiamma, quanto può estendersi comodamente il braccio. In questo modo non solamente in occasione di temporale, che non è maraviglia; ma talora anche a Ciel sereno e più sovente cadendo pioggia, e immancabilmente ove domini una folta e bassa nebbia, mi riesce d'aver de' segni, malgrado la vicinanza del muro e del tetto, che tanto rubano dell'elettricità dell'aria, e di averli anche senza il condensatore; il più delle volte però, sendo il ciel sereno, o coperto senza temporale, ho bisogno dell'ajuto di questo strumento.

Riguardo alla combinazione sopracennata del condensatore coi noti

conduttori Frankliniani, permettetemi Signore, ch'io vi trattenga alcun poco anche intorno a questo. Prima che il Sig. DI SAUSSURE insegnato ci avesse il modo di esplorare con grande comodo e vantaggio l'elettricità atmosferica per mezzo dell'elettrometro portatile di CAVALLO, aggiugnendovi con sì felice riuscita quella verga metallica lunga circa due piedi, di cui tante volte si è parlato; io faceva (non altrimenti che si solea fare dagli altri Fisici intenti a simili ricerche), le mie osservazioni sopra un gran Conduttore isolato e terminante in punta posto in cima ad una torre, a cui era attaccato un filo di ferro, che similmente isolato prolungavasi fino nella camera di osservazione (a). Quantunque io ottenessi da cotale apparato dei segni di elettricità, anche senza impiegarvi il condensatore; ciò però non avveniva di frequente, ed eran quelli per loppj deboli all'ultimo grado, salvo che all'avvicinarsi di qualche temporale, al sopraggiungere di alcune piogge improvvise, o della neve. D'ordinario quando si esplorava il filo conduttore, o fosse il Cielo sereno, o coperto da nubi non temporalesche, non moveva punto l'elettroscopio il più sensibile: solamente lo moveva un tantino nelle ore di bel sole e d'aria asciutta, e talora un poco più al tramontare di lui, e al primo formarsi della rugiada. Fuori di queste circostanze l'elettricità atmosferica sembrava nulla: ond'io sarei stato obbligato di notare il più sovente zero di elettricità, se chiamato non avessi in soccorso il mio condensatore, il quale non mancò quasi mai di scoprirmi qualche elettricità in quell'aria, che ne sembrava priva; e non già solo l'esistenza, ma ben anche la specie della medesima.

Sul principio, quando avendo di fresco inventato il condensatore, ne feci l'applicazione all'ingrandimento de' segni dell'elettricità atmosferica, io disponeva le cose nel seguente modo: il piatto metallico del condensatore posato sul suo piano di marmo, od altro equivalente, si portava a toccare il fil di ferro del conduttore atmosferico, e rimaneva in tal contatto un sufficiente spazio di tempo, passato il quale si ritirava tuttavia unito a detto piano, guardando di non toccarlo altrimenti; indi si disgiungeva levandolo speditamente in alto per mezzo del suo manico isolante, e si passava ad esplorarlo con un dilicatissimo elettrometro a boccetta. Questo metodo è quello ch'io descrissi, prescrivendo tutte le richieste attenzioni, nella mia Memoria sul condensatore, ch'ho avuto occasione più volte di citare (b). Ma non istetti lungo tempo ad

(a) Questo conduttore costruito in modo di servire a un tempo da para-fulmine, e da esploratore dell'elettricità atmosferica, fu eretto varj anni sono in casa di un mio amico il Canonico GIULIO CESARE GATTONI di Como, il quale, oltre le altre osservazioni meteorologiche giornaliere e assidue, siegue per tutto l'anno il qui indicato modo di esplorare l'elettricità atmosferica. Negli anni addietro, e ne' mesi singolarmente d'estate, che soglio passare in quella mia Patria, ho fatto io pure molte osservazioni su di tal apparato. Di queste parlo ora principalmente, che sono altronde conformi a quelle di cui tien nota il sullodato Canonico GATTONI.

(b) Vol. I. pag. 123. nota.

accorgermi, che questa manipolazione mancava sovente del suo buon successo, segnatamente quando l'elettricità dell'aria non s'istillava che lentissimamente nel conduttore; nè guari tardai a comprenderne la ragione. Io aveva già avvertito nella detta Memoria, che applicandolo al conduttore atmosferico d'uopo era che vi stesse unito un tempo considerabile quando l'elettricità dell'aria era debolissima, per raccoglierne pure una dose sufficiente. Questo tempo richiesto è ora di 2. o 3. minuti, ora di 6. 8. 10. ed anche dippiù, in ragione della minor forza dell'elettricità dominante, e della maggiore secchezza dell'aria, che rendendola più *coibente* impedisce o ritarda la trasfusione della sua elettricità nel conduttore. Or qual è il piano di marmo, od altro inserviente al condensatore, il quale tenga l'elettricità confinata nel piatto metallico sovrapposto, senza punto rubargliela, senza darle ricetto nel proprio seno, lo spazio di 10., 12. e più minuti? Nessuno; giacchè non debbe già essere quello un piano perfettamente *coibente*, ma mezzo tra *coibente* e *deferente*, quale appunto il marmo asciutto, l'incerato ec. Si vede per tanto, che più è lungo il tempo che il condensatore, cioè il piatto metallico unito al piano semi-coibente, sta applicato al conduttore atmosferico, e più di quella elettricità, che s'infonde in detto piano va persa, onde trovasi infine averne raccolto ben poca. Di qui dunque la cattiva riuscita, allorchè il condensatore dovea stare più di un minuto, di due, di tre applicato al conduttore atmosferico per contrarne una sensibile dose di elettricità.

Ciò veggendo pensai a un altro modo di far servire il condensatore, che non avesse un tale inconveniente, e lo trovai che corrispose perfettamente all'intento; ed è quello, di cui ho già fatto cenno nella 2.^a lett. (a). Invece dunque di portare in contatto del fil di ferro del conduttore atmosferico il condensatore, appiccò a quello l'uncino d'una boccetta di Leyden in guisa, che non rimanga già isolata la sua armatura esterna, ma comunichi col suolo. Questa boccetta la lascio così annessa al filo conduttore tutto il tempo richiesto, talvolta cioè un quarto d'ora, talvolta più; indi la ritiro, che ha ricevuto una carica qualunque (niente o quasi niente essendo andato perso, supposto che la boccetta sia in buon ordine dell'elettricità che mano mano è venuta ricevendo), e me ne valgo per far giuocare nella solita maniera il condensatore. Or io vi dirò, che con questo metodo, ch'è anche meno imbarazzante dell'altro, e che ho seguito per più anni, ho ottenuto, se non sempre, il più delle volte segni di elettricità, non di rado ancora delle scintillette, in tempo che non impiegando il condensatore, od anche impiegandolo, ma senza l'intervento della boccetta, l'elettricità del conduttore atmosferico pareva nulla affatto.

Mi si domanderà forse qui, com'io concepisca, che la boccetta possa contrarre una carica qualunque per un'elettricità estremamente debole dell'aria,

(a) Vol. II. pag. 127.

qual'è es. gr. quella che domina a Ciel sereno, dopo che ho io medesimo mostrato nella lett. 2.^a (a) che una tale elettricità non viene trasmessa realmente, non s'insinua punto nel conduttore dell'elettrometro atmosferico portatile, operando su di esso soltanto per via di *pressione* ec. E che? Vi avrà dunque una differenza essenziale tra questo elettrometro da tasca sormontato dalla sua verga metallica che termina in punta, ed un gran conduttore fisso, che porta egualmente la sua punta in aria; sicchè atto sia quest'ultimo a dare una qualche carica alla boccetta di Leyden, e niente il primo?

A ciò rispondo che supposto anche che al conduttore Frankliniano molto elevato, non altrimenti che al picciolo conduttore del nostro elettrometro portatile, punto o poco s'infonda dell'elettricità, ond'è l'aria imbevuta; pure, siccome non lascia questa di agire sopra di lui giusta le note leggi delle atmosfere elettriche, di smovere cioè il fluido elettrico suo proprio (obbligandolo a condensarsi verso l'estremità inferiore, se l'elettricità dell'aria che involge la superiore è *positiva*; e tutt'all'opposto se è *negativa*); così essendo il conduttore di cui si tratta, il quale dall'alto d'un edificio si prolunga fino alla camera d'osservazione, di una capacità molto grande, evidente cosa è, che la quantità di fluido elettrico, che vi viene per tal azione smossa (ritirandosi dalla sua cima al fondo, o viceversa), dovrà essere tanto più considerabile, che quella che viene smossa nella verghetta metallica ond'è armato l'elettrometro atmosferico portatile, quanto il primo s'innalza più del secondo, ed ha maggiore capacità. Or dunque non è maraviglia che cotale quantità di fluido smosso arrivi al segno d'indurre nella boccetta di Leyden, che si applica all'estremità inferiore di quel lunghissimo e capace conduttore, una carica; la quale sebben debole all'estremo, e impercettibile per se stessa, attesa la capacità molto più grande ancora di essa boccetta, giunga però ad essere sensibile col soccorso del condensatore.

Tutto ciò supposto che il gran conduttore Frankliniano non s'imbeva punto dell'elettricità dell'aria. Ma è egli poi così? Ho accennato già (b) che non può dirsi ciò a rigore neppure pel picciolo conduttore dell'elettrometro portatile, nel quale un qualche poco di elettricità, sebbene a stento e lentissimamente, s'infonde dell'aria quando non sia debolissima: or a quella altezza, a cui giunge la punta del gran conduttore Frankliniano, l'elettricità dell'atmosfera è di raro cotanto debole, che insinuar non se ne possa qualche picciola dose in esso conduttore; la quale aggiunta alla porzione del suo proprio fluido che viene smossa, come si è detto, concorre pure a caricare la boccetta. Parlo di picciola dose, e di gran lentezza che soffre ad infondervisi; perchè infatti non veggiamo che tal conduttore dia frequentemente da se stesso sensibili

(a) Vol. II. pag. 136. 140.

(b) Lett. 2.^a. Vol. II. p. 138.

segni di elettricità, facendo mestieri per lopp più ricorrere all'artificio del condensatore coll'intervento della boccetta. Questa elettricità, anche non debolissima, a tal che, esplorandola colla fiamma che la sugge facilmente e celeremente, manifesterebbesi a dirittura (cioè senza far uso del condensatore) forte di 30. 40. e più gradi dell'elettrometro a boccetta, ha dunque una grandissima difficoltà, mancando la fiamma, a staccarsi dall'aria per entrare in un conduttore quanto si voglia perfetto, qual'è il metallico, e sia pure acuminato; ciò che non si sarebbe creduto: quindi è che non vi si depone infatti che in parte, e assai lentamente. Ecco perchè fa bisogno sovente di 8, 10. minuti, ed anche d'un quarto d'ora, a far sì che la boccetta di Leyden acquisti dal filo conduttore quella meschina, dirò quasi infinitamente piccola carica, capace appena di esser resa sensibile mercè il giuoco del condensatore.

Ma lasciam da parte una volta i gran conduttori atmosferici innalzati sulla sommità delle case, sopra le torri ecc., più acconci per le osservazioni dell'elettricità straordinariamente viva e strepitosa, quale si manifesta nel forte de' temporali, e di quella ancora molto animata che nasce talvolta al cader di certe piogge, e più spesso in tempo di neve; più acconci, dico, per le sperienze su cotale energica elettricità, che per seguire gli andamenti e le vicende dell'elettricità blanda e moderata dell'aria serena, calma o ventosa, secca o umida, della rugiada, delle nebbie, e delle nubi non temporalesche; elettricità che egli è più importante di studiare, essendo essa finalmente la sorgente di quell'altra tumultuosa e indomita: lasciamo sì da parte que' conduttori machinosi, e ritorniamo al nostro elettrometro atmosferico portatile fatto per le osservazioni di cotesta elettricità tranquilla, in cui riesce di un uso più sicuro e molto più esteso, soprattutto ne' tempi umidi, per la ragione che gli si può di leggieri conservare un perfetto isolamento; ciò che riesce quasi impossibile di praticare coi gran conduttori fissi.

E qui non sarà inutile il far osservare, come egli è appunto per un tale isolamento imperfetto di cotesti grandi conduttori esposti di continuo all'aria, e perchè i segni di un'elettricità semplicemente *di pressione* non possono sostenersi gran tempo (il fluido elettrico riuscendo alla lunga a scappar fuori e ad abbandonare quella parte del conduttore, in cui per la detta pressione ossia *azione dell'atmosfera elettrica* era stato condensato), egli è, dico, per queste ragioni, che i gran conduttori non danno sovente alcun segno di elettricità; giacchè converrebbe, per averli in virtù della semplice *pressione*, innalzare il conduttore isolato a dovere allora allora che si vuol fare l'osservazione, nè punto dar tempo al fluido elettrico smosso, e condensato e. g. nella parte inferiore di detto conduttore, di effondersi: e per aver segni costanti di un'elettricità incessante (al che richiedesi, che vi s'infonda realmente e continuamente quella dell'aria) converrebbe porre in cima del conduttore Frankliniano un candelino acceso, come io pratico col piccolo conduttore

portatile, il quale per questa sola aggiunta supera tutti i grandi. Non è dunque più maraviglia che cotesti elevatissimi conduttori, ma mancanti della fiamma, e nella cattiva disposizione in cui altronde si trovano riguardo all'isolamento ne' giorni massimamente umidi, non diano sovente alcun segno di elettricità neppure ricorrendo alla boccetta di Leyden e al condensatore, in tempo che il nostro picciolo apparato da tasca non manca di darne in luogo men alto, sopra una terrazza e. g. della medesima casa, innalzandolo alla semplice maniera del Sig. DI SAUSSURE; o, se non basta, aggiugnendovi alla mia maniera il solfanello acceso; e in caso di necessità, ricorrendo al condensatore.

A proposito del qual condensatore, riflettendo su tutto ciò che ho esposto fin qui, m'accorgo d'avere, senza che tale fosse il mio assunto, soddisfatto intieramente a quanto l'Accademia di Harlem domandò pochi anni sono, proponendo per soggetto di un premio di determinare il vero e proprio uso del condensatore per esplorare l'elettricità atmosferica: alla qual domanda in vero non so che alcuno abbia ancora risposto come conviene. Bisogna confessare, che i giudizj che si sono portati sopra quest'istrumento sono andati troppo in là, trascorrendo a due estremi opposti. Chi ha vantato ed esaltato il condensatore oltre il dovere; e chi ha mostrato di diffidarne troppo. Per me, con tutta la propensione che non si può non avere per una invenzion propria, mi sono studiato di prendere una via di mezzo, e credo aver ridotta la cosa al suo giusto valore. Non ho punto dissimulato, che quest'istrumento può indurci in errore qualor si tratti di osservazioni comparate, atteso che molte circostanze di lor natura molto variabili fanno variare altresì (mi sia lecito di così esprimermi) la di lui *virtù condensatrice*. Ho fatto vedere ad ogni modo come si possa con esso calcolare almeno all'ingrosso la forza dell'elettricità atmosferica, ritenendo che la sua virtù di condensare vada a 120. volte, come con altra serie di sperienze riferite nella prima lettera (a) ho creduto poter determinare. Ho spiegato l'imperfezione del mio primo metodo di esplorare col suo mezzo la debolissima elettricità atmosferica, il qual metodo consisteva in applicare detto condensatore immediatamente al filo di ferro del conduttore atmosferico; e come, e con qual successo ho sostituito poco tempo dopo l'altro metodo di gran lunga migliore, che è quello di far intervenire la boccetta di Leyden. Ho avvertito con farne cenno in più d'un luogo, che bisogna mantenere il condensatore in buon stato, e servirsene con destrezza, senza molto estendermi sopra di ciò, avendo circostanziatamente trattato di tutto quello che vi ha relazione, e delle necessarie attenzioni nella Memoria sopra il Condensatore più volte citata. Ho insegnato a riunire in un corpo solo il condensatore e l'elettrometro con non piccolo comodo e vantaggio. Infine ho mostrata la sua decisa utilità, anzi il bisogno indispensabile che ne abbiamo in

(a) Vol. I. pag. 130. 151.

alcuni casi, che ho indicati. Tanto, e forse neppur tanto richiedeva la questione proposta per il premio. Ma io, ardisco dire, ho fatto dippiù; dacchè vi ho aggiunto un'altra scoperta, che molto interessa il condensatore medesimo, e ne estende prodigiosamente l'uso: parlo del ritrovato della fiamma, la quale, posta in cima alla picciol asta dell'elettrometro atmosferico portatile, ne accresce diggià per se stessa quasi del triplo i segni elettrici, e, quel che è più, la rende disposta a contrarre realmente (non per semplice *pressione*) l'elettricità dell'aria, a succhiarla davvero, e quindi atta a caricare in qualche modo una boccetta di Leyden: ciò che conduce finalmente a profittare del condensatore per un ulteriore ingrandimento molto più considerabile dei medesimi segni elettrici: cose tutte, che non potrebbero aver luogo senza un tale ajuto della fiamma. Con tutto questo io son ben lungi dal pretendere, che a me venga decretato il premio proposto dall'Accademia. Scorso già deve essere il tempo prefisso: ma quando anche non lo fosse, non penserei neppure a presentarmi al concorso. Sono abbastanza contento, se posso colle mie piccole scoperte aprire qualche nuovo campo di ricerche utili, ed animare i Fisici a proseguirle; e soprattutto se giungo ad ottenere la vostra approvazione, o Signore, che per me vale quella di molti.

Mi rimane avanti finire questa lettera, in cui mi son proposto a compimento della precedente di presentarvi tutti i vantaggi, che ho saputo trarre dall'uso della fiamma per l'oggetto di esplorare l'elettricità atmosferica, mi rimane di descrivere alcune addizioni, che ho fatte al nostro elettrometro atmosferico, all'uopo di sollevarlo più alto in campo aperto, o di avanzarlo di maggior tratto fuori della finestra, senza toglierli (che è suo gran pregio) di essere portatile.

In vece di adattare il piccolo conduttore, formato di tre o quattro pezzi di grosso fil d'acciaio che si avvitano insieme, al cappelletto dell'elettrometro a boccetta; l'adatto alla cima della mia canna da viaggio, in modo che resti esso conduttore isolato: per il quale isolamento serve un bastoncino di vetro incrostato di ceralacca della lunghezza di due o tre pollici. Questo cilindro solido di vetro ha annesso ad un capo un tubo conico di lastra d'ottone, in cui entra e si ferma il puntale della canna, e all'altro capo un cappelletto similmente di ottone, su cui si avvita l'anzidetta verga d'acciaio. Un cordoncino intrecciato di fili d'argento, sicchè formi un conduttore continuo, s'attacca con un nodo e si lascia pendere da cotesta verghetta lungo tanto, che quando si solleva in alto con una mano la canna così corredata, l'infimo capo di lui terminante in un laccio od anello possa annettersi o all'uncino di una boccetta di Leyden, od al cappelletto similmente uncinato di un elettrometro a boccetta, che si tiene dall'altra mano in mira agli occhi, e sufficientemente discosto da detta canna: possa, dico, annettersi e sciogliersi a volontà.

La fig. 1.^a rappresenta tutto l'apparecchio nell'atto che una persona sta

esplorando con esso l'elettricità atmosferica in mezzo d'una campagna, d'un giardino, o d'altro sito più o meno aperto. *A B* è il bastone o canna da viaggio, il pomo della quale vien impugnato dalla mano sinistra. *C* il tubo conico d'ottone, in cui entra il puntale di detta canna. *D* la colonnetta di vetro incrostatata di ceralacca. *E* il cappelletto d'ottone, su cui è avvitata la verga d'acciaio *F G*, che porta sulla sua cima *G* il solito solfanello acceso, ritenuto da un fil di ferro attorto in spirale o altrimenti. *H I* finalmente il cordoncino intrecciato di fili metallici, che s'innesta in *I* all'elettrometro tenuto sollevato dalla mano destra.

È facile vedere, come tutto questo apparecchio si smonta, e può rinchiudersi, a riserva del bastone, in un astuccio tascabile, unitamente al battifuoco, ad una provvisione di solferini, e ad un bastoncino di vetro metà nudo e metà coperto di cera spagna, che serve, allorchè si hanno de' segni d'elettricità, a farne tosto conoscere la specie. Nello stesso astuccio può farsi luogo altresì ad una picciola boccetta di Leyden, che sarà ottima se sia di quelle preparate alla maniera del Sig. CAVALLO per conservarsi cariche in tasca e dovunque per molti giorni: come pure v'è luogo pel condensatore, che va unito all'elettrometro, e che consiste, come l'ho descritto nella 1.^a lettera (*a*), in un piattello d'ottone del diametro di due o tre pollici, ed una benda poco più larga di taffetà cerato o verniciato.

Non istarò io qui a descrivere la forma e gli scompartimenti di tale astuccio, che possono combinarsi in varie maniere, e a fantasia di ciascuno: dirò solo che nel mio, a risparmio di sito, profitto della cavità del manico *C*, che riman vuota smontandolo dal bastone, per nascondervi la spirale di fil di ferro *G*, e il cordoncino *H* ripiegato; che il piattello condensatore lo serro a modo di coperchio di scattola contra il fondo dell'elettrometro; e che colla benda di taffetà cerato fascio la boccetta di questo. Finalmente dirò, che ho trovato più comodo di fare degli astucci o custodie separate, una per ciascuno de' due elettrometri, ed una per tutti gli altri pezzi insieme.

Potrebbe, se ad alcuno piacesse, congegnare in modo un bastone interamente cavo, che esso solo contenesse de' pezzi per allungarlo, e più verghe metalliche per allungare similmente il conduttore; e nel quale si rinchiudessero inoltre tutti o quasi tutti gli altri articoli inservienti. Ma io amo meglio di portarmi in tasca gli indicati astucci, mediante i quali posso valermi di qualsivoglia bastone, d'una pertica più o meno lunga secondo l'opportunità ecc.

Quanto al vantaggio che si ha esplorando l'elettricità atmosferica con tal apparato, lo comprende ognuno: ognun vede, che in generale si otterranno de' segni tanto più vivi, quanto più in alto si porta la fiamma, che bee l'elettricità dell'aria. Che se paresse ciò troppo vago, e qualche cosa si desiderasse

(*a*) V. Vol. I. p. 125. 126.

da me di più determinato, dirò, che in molte prove che ho fatte ho veduto, che dove alzando semplicemente colla mano l'elettrometro armato della verga metallica nuda alla maniera di SAUSSURE, sicchè giugnesse la di lei punta a 7. piedi circa da terra, si aveano e. g. 2. gradi di elettricità, e munita detta verga alla mia maniera del solfanello acceso crescevano a 5., sollevando la medesima per mezzo della canna, nel modo qui indicato, all'altezza di 11. o 12. piedi, i segni elettrici aumentavano un'altra volta più del doppio, oltrepassavano cioè i 10. e i 12. gradi.

Un tal vantaggio è poi più rilevante qualora esplorando l'elettricità atmosferica con innalzare il nostro conduttore soltanto colla mano, avvenga di non averne segno alcuno nè colla fiamma nè molto meno senza, qualora dico, avvenga di non ottenerne alcun segno, perchè in que' luoghi e tempi in cui si fa la prova, l'aria alta da terra 6. in 7. piedi possiede così debole elettricità, che non arriva a tre quarti, o ad un grado; e d'altra parte l'elettrometro è tale, che i suoi pendolini punto non si muovono per sì piccola forza o appena ne danno un dubbio cenno. In tali circostanze di così debole elettricità è pur bello, è pur vantaggioso di poter ottenere 2. buoni gradi, innalzando coll'ajuto della canna la verga metallica munita del solito solferino acceso, 4. o 5. piedi dippiù.

Invero sono molto rari i casi, in cui, esplorando l'elettricità in luoghi liberi, si trovi cotanto debole: ciò accade solamente in certi tempi coperti e calmi, e talvolta anche, sendo l'aria serena, ne' giorni ed ore caldissime. Ma non è già raro, che manchino i segni all'indicata altezza di 6. o 7. piedi, facendo l'esperienza in luoghi meno aperti, come in fondo di angusta valle, appiè d'erta montagna, vicino ad alberi, a muraglie ec. ed è allora massimamente, che giova valersi della canna nel modo che si è descritto: giova specialmente volendosi istituire le osservazioni alla finestra di una stanza, da cui colla mano sola difficilmente si riesce a mandar fuori quanto basta la cima fiammeggiante del conduttore. Dirò anzi che non si riesce neppur troppo bene con un bastone ordinario da viaggio, volendovene uno più lungo, una gran pertica, una canna da pescatore, o simile, acciò la vicinanza del muro non pregiudichi a segno di rendere per loppù impercettibile l'elettricità atmosferica.

Ora dovendosi adoperare cotal lunga canna o pertica, l'incomodo di tenerla in mano per tutto quel tempo, sovente lungo, che vuol farsi durare l'esperienza, mi ha fatto pensare ad adattarla in una maniera, che sporgendo come conviene dalla finestra rimanesse ferma da sè, e acconciamente isolata.

La figura 2.^a rappresenta tutto l'apparato disposto per l'esperienza. *A B C* è un tavolino col suo piede, il quale può alzarsi più o meno tirando fuori il pezzo *B*, e fissandolo colla vite *o*. Essendo il pezzo inferiore *A* alto circa 4. piedi, riducesi con poco il tavolino *C* all'altezza dell'occhio di chi osserva,

e può ridursi comodamente a quella di 7. piedi, ed anche più, se occorre. Su detto tavolino sono impiantate a vite due colonnette *fd*, *ge* tutte di legno, fuori del pezzo *d*, e del pezzo *e* vicini alle rispettive basi, i quali sono di vetro incrostato di ceralacca, e servono ad isolare le teste *f*, *g* di coteste colonne in un colla pertica *H* da esse sostenuta nella guisa che si vede: cioè la testa *f* segata nel mezzo presenta due assicelle, che ricevono la coda spianata della pertica, e ritengonla per mezzo di due piuoli posticci *t*, *u*, quando vuoi si eretta verticalmente, o per mezzo di un solo, quando, come nella figura, vuoi si inclinata; nel qual caso serve di opportuno sostegno l'altra colonna colla sua testa *g* alquanto scavata obliquamente. Ecco dunque la pertica convenientemente isolata, e che sporge fuor della finestra quanto basta: non le manca più che un candelino acceso in cima per ben succhiare l'elettricità dell'aria, e un filo di ferro tirato da cima a fondo, per condurla facilmente; e questo filo, e questo candelino sono pure indicati nella figura, il primo da *ii*, l'altro da *L*, che rappresenta al dippiù una piccola lanterna di latta, che chiude detto candelino, e lo ripara al bisogno dal vento e dalla pioggia.

Dopo una tal descrizione, la maniera di metter in ordine cotest'apparato, di montarlo e smontarlo, si spiega da sè; onde non mi ci tratterò più a lungo: dirò solo, ch'egli è molto comodo, invece di tenere tutta la pertica di un pezzo, di separarne quella parte, che giuoca sopra i due sostegni *f*, e *g*, e fare che la porzione che viene ad appoggiare sopra *g*, e ne sporge alquanto, sia cava per lo lungo a forma di bussola, in guisa di ricevere la pertica o canna, che facilmente allora e senza tanto imbarazzo vi s'inserisce, e via si leva a volontà.

Io soglio col mio apparato far così: aperta la finestra vi affaccio il tavolo montato come sta nella figura, tranne la lunga pertica o canna *H*, il cui fondo fo che posi sul pavimento della stanza, e la cima s'appoggi all'orlo del tavolino *C*, per adattarvi la sua lanterna col candelino acceso. Levo allora con una mano, e porto fuori della finestra la canna, tenendo fermo coll'altra mano il tronco mobile ossia la bussola, che riposa sopra *g*, nella quale inserisco la coda della canna medesima.

Può adattarsi la finestra in modo, che resti, a riserva di un vetro solo, tutta chiusa, e quindi difeso l'isolamento, i varj pezzi, e l'osservatore medesimo dalla pioggia e dal vento. S'apra allora metà della finestra, tanto da portar fuori colla mano la lunga pertica; quale inserita a suo luogo, si tornino a chiudere i vetri, salvo quello che lascia passare in dirittura detta pertica.

Non è a dire di quanto vantaggio sia il poter così garantire l'isolamento, le boccette di Leyden, il condensatore, gli elettrometri ec. dall'umido, che tutto guasta: il potere rimettere, e mantenere tutto nel migliore stato con uno scaldino di fuoco, se abbisogna; pel quale, siccome per diversi altri pezzi, v'è luogo sul tavolino medesimo. E di quanto vantaggio non è ancora, re-

stando con le mani in libertà il poter prolungare le sperienze a piacimento, ed osservare a suo bell'agio l'elettrometro non traballante come allorchè si tiene in mano, ma fermo e posato sul tavolino? Quivi egli col suo cappelletto sta in contatto del filo conduttore all'estremità *i*, o in qualsivoglia altro punto.

In somma tali e tanti sono i comodi e i vantaggi di quest'apparato, portatile esso pure da casa a casa, e da stanza a stanza, che infine mi son ridotto a sperimentare quasi unicamente con esso, riservando l'altro tascabile per i viaggi soltanto, e le passeggiate a luoghi di particolari osservazioni. Giacchè per le osservazioni giornaliere e comparate dell'elettricità atmosferica, di cui si vuol tener registro, non altrimenti che delle altre osservazioni meteorologiche, ognun vede, che su quell'apparato massimamente si può contare, che s'adopera sempre nel medesimo luogo, e nella medesima maniera.

Dacchè me ne servo infatti ho motivo di esserne contentissimo. Quando gli altri Meteorologisti, a cui non so finire di raccomandarlo, lo avranno eglino pure messo alla prova, son sicuro, che ne saranno del pari contenti, e che non lo abbandoneranno mai più. Infine l'apparato è semplice, e l'esperienza non costa nè molto tempo nè gran fatica.

Sarà dunque una trascuranza imperdonabile da qui innanzi, ovunque esista un Osservatorio meteorologico, e non vi si truovi collocato tra i Barometri, Termometri, Igrometri, Anemometri ec. l'Elettrometro con cotesto mio conduttore atmosferico a lanterna. Nè varrà, che vi abbia invece uno di quelli alla Frankliniana, che tacciono per lopp più, e non dan segni che in occasione di temporale; mentre interessa pur molto la meteorologia l'osservare l'elettricità atmosferica in tutti i tempi, il seguirne i suoi andamenti giornalieri; e per tali osservazioni, a cui è inetto il conduttore Frankliniano, abbiam veduto che riesce a meraviglia l'apparato a lanterna da me descritto.

Ma non andrà preferito quello a questo neppur quando l'elettricità atmosferica è forte sì, che da quello si hanno segni abbastanza vivaci? Non ho difficoltà di convenire che gli si debba la preferenza, quando si tratta de' temporali più strepitosi; ma in niun modo trattandosi de' discreti, o rimoti, di piogge o nevi quanto si voglia elettriche: e trattandosi pure di quelli vuol preferirsi il conduttore Frankliniano, non già perchè sia più fedele ed esatto nel presentarci lo stato dell'elettricità allora dominante, che anzi lo è molto meno del nostro apparato a lanterna; ma in riguardo soltanto della sicurezza in cui pone l'osservatore, qualor vi si abbia provveduto a dovere con quel grosso filo di ferro, che *filo di salute* si chiama, un capo del quale è fissato a picciola distanza dal detto conduttore isolato, e l'altro capo si prolunga fin sotto terra, e meglio nell'acqua.

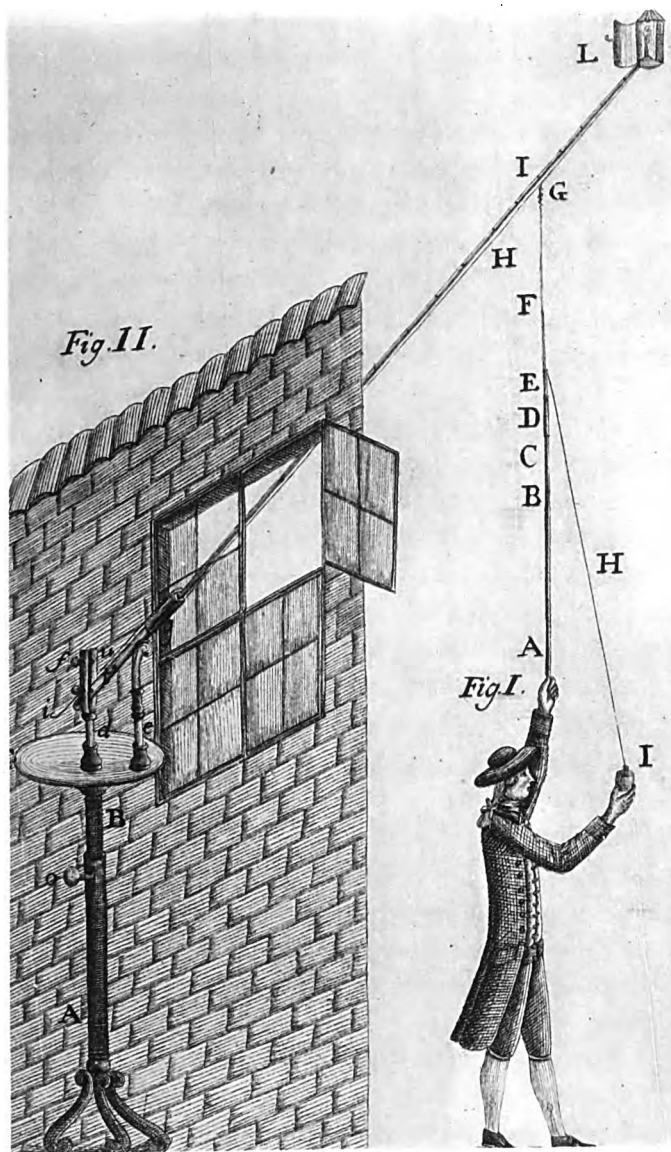
Un simile preservativo dal fulmine potrebbe adattarsi anche al mio apparato, quando si adoprasse sempre fisso a un luogo; ma essendo ch'egli è mobile, e si trasporta quà e là, è più facile che si lasci senza; e allora certo sarebbe

pericoloso di esporlo nel forte di un temporale. Non disapprovo io pertanto, anzi collaudo che in tal caso per le osservazioni dell'elettricità atmosferica si ricorra ad un conduttore Frankliniano ben munito, piuttosto che al mio non munito del filo scaricatore; soggiungo però, che meglio di tutto sarebbe servirsi di questo sotto la protezione di quello, cioè collocarlo alla finestra dell'osservatorio medesimo che fosse armato del conduttore Frankliniano: e ciò perchè, come già accennai, e vado a provare, tale apparato a lanterna è più fedele ed esatto nell'esibire il vero stato dell'elettricità atmosferica.

Per convincerci che il conduttore Frankliniano può talora ingannare, basta riflettere, che oltre a quella elettricità, che quando è forte vi s'infonde realmente dall'aria, egli risente dippiù un'elettricità di *pressione*, in virtù della quale, supponendola a cagione d'esempio *positiva*, ove venga toccato, ed anche senza venir toccato, ove trovisi male isolato, si scarica egli d'una quantità corrispondente del suo proprio fluido elettrico. Or supponiamo che dopo essersi così scaricato, la nuvola, o lo strato d'aria incombente alla punta di tal conduttore passi da quell'elettricità *positiva* forte, che avea, ad una più debole assai, ma tuttavia *positiva*; il conduttore sollevato in gran parte dell'elettricità di *pressione* darà ora segni di elettricità *negativa*, in ragione della perdita del proprio fuoco che ha fatta, la qual perdita non è più come dianzi bilanciata: questi segni son dunque fallaci. Lo stesso avverrà, se la nuvola soprastante si ritiri solamente; e più, se in qualunque maniera svanisca essa o la sua elettricità.

Vi hanno altri casi in cui il linguaggio del conduttore Frankliniano diverrà equivoco o falso: non ne addurrò che un solo per finirla. L'elettricità dell'aria, o d'una nebbia circondante tal conduttore sia debole anzichè, tale che agisca quasi unicamente per *pressione*; i segni che se ne avranno saran nulli, o quasi, secondo che si sarà scaricato il conduttore, sia per tocamenti, sia per cattivo isolamento, o supposto anche questo buono, si sarà a lungo andare scaricato in qualche modo del suo proprio fuoco, quanto esige una tal *pressione*, cioè l'azione dell'atmosfera elettrica, o poco meno. Sopravvenga ora qualche pioggia, o neve, e sia questa elettrica all'istesso grado, od anche meno di quell'aria o nebbia; il conduttore comincerà a dar de' segni, che prima non dava, per la ragione, che ora l'elettricità gli viene realmente infusa dalle gocce d'acqua, o da' fiocchi di neve, che lo toccano e bagnano, e sono corpi assai più conduttori dell'aria. Al giudizio pertanto di lui crederemo che l'elettricità sia nata o cresciuta or ora, quando esisteva già prima o eguale, od anche più forte.

E che diremo poi della mancanza de' segni per il guasto e quasi distrutto isolamento in siffatti conduttori, allorchè l'aria, cui sono continuamente esposti si essi che il corpo destinato ad isolarli, è da lungo tempo e di soverchio umida? Accade perciò, che sembri sovente nulla l'elettricità in mezzo a delle



I. Elettrometro atmosferico portatile (N. LXXXIX (C)).

II. Elettrometro atmosferico a lanterna (N. LXXXIX (C)).

(Da Br. Bibl., T. III).

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN

piogge e nebbie, in cui altronde è assai più forte che a ciel sereno; che sembri minore al cader della rugiada e poco dopo, che nelle ore più calde del Sole; ne' giorni calmi e in quei che sieguono la pioggia, che ne' secchi e ventosi; quando è pur tutto il contrario.

Ora a simili errori non va punto soggetto il conduttore atmosferico che ho descritto, il quale corredato in cima d'un candelino acceso, bee mercè della fiamma l'elettricità dell'aria, qualunque sia debole o forte; la bee e se n'appropria quant'è necessario per equilibrarsi perfettamente con essa, nel tempo che isolato a dovere in fondo (qual isolamento è facile di conservargli) ritiene codesta elettricità infusagli. Siamo dunque sicuri con questo, che non vi può essere mai sbaglio di sorta; che l'elettricità, di cui ci dà segni il nostro apparato, è proprio quella che regna nell'aria lambente la fiamma; ch'essa è tale e tanta com'egli ce l'addimosta. Ma di questo indicarci appunto la forza dell'elettricità, ond'è animato lo strato d'aria, a cui giunge l'estremità del conduttore portante la fiamma, mi riservo a dar le prove compiute in un'altra lettera, in cui spiegherò la ragione e il modo onde facilmente e prontamente s'infonde e si comparte alla fiamma l'elettricità dell'aria, quando pure è così debole, che a nessun altro conduttore quanto si voglia acuminato può infondersi, se non a grande stento, lentissimamente, e in picciolissima quantità.

Porrò fine intanto alla presente con mettermi sott'occhio, o Signore, siccome un saggio delle osservazioni da me fatte pel corso di più mesi, la forza de' segni, che comunemente ottengo col mio conduttore a lanterna (consistente in una canna da pescatore lunga 12. piedi portata da una specie di candelabro alto 5. in 6., che mando fuori da una finestra del secondo piano, la quale guarda un giardino), i segni, dico, che ottengo d'ordinario, secondo le diverse stagioni, e le ore del giorno, da quella elettricità blanda che regna a ciel sereno, a cielo coperto, e in tempo di nebbia più o men folta; lasciando gli accidenti di piogge, di nevi, e di temporali, in cui, specialmente negli ultimi, varia troppo l'elettricità atmosferica, per poterne indicare neppur all'ingrosso il grado ordinario di forza.

Cominciando dunque dall'elettricità di ciel sereno, e in tempo d'estate, in cui è la più debole di tutto l'anno, dirovvi, che non l'ho trovata mai minore neppur alla notte, di 3. gradi del mio elettrometro a paglie sottili: che poco dopo il mezzo giorno suol essere di 5. o 6.; e all'entrar della notte di 8. ed anche più, a norma della rugiada.

A cielo coperto, anche senza apparenza di temporale, qualche volta ho avuto segni di elettricità più forti; d'ordinario però sono stati più deboli assai che col sereno, fino a non averne punto di sensibile in qualche ora soffocata, e a dover ricorrere al condensatore per ottenerne. Ma questo caso è rarissimo, nè dura mai che brevissimo tempo cotal languore dell'elettricità,

e per lo più accade soltanto nel passaggio dall'elettricità *positiva* alla *negativa*, o viceversa, che ha luogo allorchè è imminente la pioggia e già comincia, oppure che cessa dal piovere.

D'inverno a ciel sereno, e massime durante il gelo, ho ottenuto sempre col mio apparato segni di gran lunga più forti, comunemente da 10. gradi fino a 20.: rare volte meno di 8. nelle ore poco propizie della notte avanzata, e in sull'aurora. A cielo poi coperto, sebben fossero sovente più deboli, non lo furono mai tanto come in estate, fuorchè immediatamente avanti la pioggia, o alla prima sua comparsa, in cui li vidi similmente cessare, e dar luogo all'elettricità di specie contraria, cioè alla *negativa*, che accompagna d'ordinario la pioggia.

Resta a parlar delle nebbie. In queste osservai sempre un'elettricità straordinariamente forte, e più forte in ragione ch'eran più dense, e massime se il tempo era freddissimo, e gelava, e più ancora se la nebbia sentiva d'odore. Se mi domandate a quanti gradi ascendeva l'elettrometro, dirovvi, che il più sensibile a paglie sottili già più non serviva, oltrepassando l'elettricità i termini della sua scala; onde facea d'uopo consultar l'altro a pendolini più pesanti, il quale neppur esso bastò in alcuni incontri, e convenne adoperare il quadrante-elettrometro. Infine dirovvi, che il mio apparato contrasse da alcune nebbie fino a 60. e più gradi di elettricità: comunemente però si tenne tra i 30. e i 40.

È superfluo ora il dire, che quando mi recai a fare l'esperienza ad una finestra più alta, a quella es. gr. d'una torretta, e quando invece della solita canna di 12. piedi impiegai una pertica più lunga, che arrivava cioè a 18. o 20. piedi, ebbi rispettivamente a ciascun tempo de' segni elettrici molto più vivi, che i soprannotati. Siccome però l'apparato diviene in questo caso imbarazzante, mal potendosi maneggiare con una mano sola cotale smisurata pertica, e male reggendola il candelabro portatile; così mi attengo per le sperienze giornaliere all'anzidetta canna di discreta lunghezza e poco pesante; e per la comparabilità delle medesime non mi diparto dalla solita finestra. Per altre osservazioni straordinarie, esplorar volendo es. gr. l'elettricità dell'aria più lungi dai muri che m'è possibile, o più in alto, invece di mandar fuori la canna dalla finestra, trasporto il medesimo apparato nel bel mezzo di un giardino, di una campagna sgombra d'alberi, sopra una terrazza scoperta, e vi ergo verticalmente (come la figura indica che può farsi) la solita canna, od un'altra pertica più lunga, che s'adatta sullo stesso portante. In tal guisa ho segni a proporzione più forti: cioè sperimentando in mezzo al giardino son questi presso a poco come fuor della finestra, che dal secondo piano dà sul giardino medesimo; ma in campagna aperta vanno a ciel sereno a 10, 12, 15. gradi, anche d'estate; e su d'una terrazza, niente niente che sia alta e libera d'intorno, a 20, 30. e più ancora. Che se v'è nebbia folta, arri-

vano a 50, 80, 100.: con che siamo già a scintille, e, caricandovi una boccia di Leyden, a scosse ecc.

Come distrutta l'elettricità nell'apparato per via di qualche tocco, pronta bensì rinasce, ma non si rimette tutt'ad un colpo al grado di prima, saper vorrassi in quanto tempo arrivi al suo sommo. Col picciolo apparato tascabile abbiám veduto, che ciò compiesi in pochi secondi: ma con questo conduttore, il quale è assai più capace, vi vuole un minuto, ed anche più se l'elettricità è molto debole. Or quanto vi vorrà per caricare ad un grado quasi eguale una boccia di Leyden? D'ordinario, s'ella non ha più di 10. o 12. poll. quadr. d'armatura, vi vogliono 6. o 8. minuti; se è di un mezzo piede quadrato 20, o 30.

Ecco quel risultato delle mie osservazioni, che può bastare per dar un'idea dei pregi ed eccellenza dell'apparato a lanterna che ho descritto. Vi pare forse ch'io ecceda nel magnificarlo? Trovatemene tra quanti furon posti in uso fin qui, uno che faccia altrettanto, e dite allora ch'io troppo decanto il mio. Mi si opporranno per avventura, se non i conduttori alla FRANKLIN troppo lontani dal poter gareggiare con questo, i cervi-volanti, od aquiloni elettrici. Ma chi conosce come non sono questi servibili in ogni tempo, chi sa dippiù l'imbarazzo che portan seco, e la difficoltà di maneggiarli per cost'uso specialmente, chi vede infine la poca esattezza che da essi ci potiam promettere nel dinotare i gradi dell'elettricità atmosferica, attesa la grande loro instabilità, può egli non riconoscere la superiorità del mio apparato? di un apparato tanto più semplice, sì comodo e facile a maneggiarsi dovunque e sempre, tale che l'esperienza non manca mai, e ciò che più rileva, esattissimo nel segnare i giusti gradi d'elettricità che possiede l'aria in quel dato luogo e a quella data altezza a cui si fa arrivare.

Ma non più di questo. Sono ecc.

LXXXIX (D).

CONTINUAZIONE DELLE LETTERE

DEL SIG.

DON ALESSANDRO VOLTA

SULLA

METEOROLOGIA ELETTRICA

LETTERA QUARTA.

13 Agosto 1787 — Settembre, Ottobre 1788.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Bibl., T. V, settembre, ottobre 1788,
pg. 79.

Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 145.

Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: I 31 γ ; I 32 α ; I 32 β bis;

I 32 γ ; I 32 β ; I 31 δ ; I 30 ϵ ; I 33 α ;

I 33 β ; I 33 γ ; I 33 δ ; E 11; E 3;

F 45; I 33 γ bis; I 33 γ ter; **H 13.**

Univ. Bibl. di Gottinga.

Cart. Volt.: H copia 3.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Bibl.

DATA: H copia 3 porta la data 13 agosto 1787, mentre la « Lettera quarta », che qui si pubblica, comparve nel T. V, Br. Bibl., uscito in data: « settembre, ottobre 1788 ».

Br. Bibl. « Lettera quarta »: è una memoria in forma di lettera al Lichtenberg, in cui il V., dopo di aver proposto delle esperienze a suggello della sua teoria sull'Elettricità atmosferica, parla del comportamento delle punte e delle fiamme, e della quantità dell'elettricità atmosferica.

Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799; vedasi la nota di frontespizio nelle « Osservazioni » a pg. 29 di questo volume.

- H copia 3: è la copia di una lettera in francese, realmente inviata dal V. al Lichtenberg, in data 13 agosto 1787, di cui l'originale trovasi presso la Univ. Bibl. di Gottinga: questa lettera, tradotta in italiano, ampliata per l'aggiunta di note e parti nuove, è venuta a costituire le prime due parti della « *Lettera quarta* » Br. Bibl.
- I 31 γ pg. 3, 4; I 32 α ; I 32 β bis; I 32 γ : costituiscono la minuta autografa di H copia 3, con cui concordano letteralmente, ad eccezione di qualche periodo omissso in I 32 α , e di un'aggiunta che trovasi in margine ad I 32 β bis, la quale, mentre manca in H copia 3, è assorbita da Br. Bibl. « *Lettera quarta* ». I 31 γ a pg. 3 ed I 32 α a pg. 1 presentano l'indicazione autografa: « *Lettre 3^{me}* ».
- I 32 β : è una prima redazione di I 32 β bis.
- I 31 δ ; I 30 ϵ : contengono rispettivamente a pg. 3 ed a pg. 4, cenni intorno a progetti di esperienze, la cui riuscita porrebbe il suggello alla teoria del V. sull'elettricità atmosferica: queste parti sono assorbite da I 31 γ pg. 3.
- I 33 α ; I 33 β ; I 33 γ ; I 33 γ bis; I 33 γ ter; I 33 δ : sono minute autografe in italiano, che in parte si completano e in parte si sovrappongono. Queste minute presentano il contenuto della « *Lettera quarta* » Br. Bibl., e risultano anteriori alla redazione definitiva di questa, come lo prova la mancanza in esse di parti che compaiono in detta lettera.
- E 11: è una minuta autografa in francese, che porta la seguente intestazione: « *Paragrafo di lettera al Sig. Lichtenberg 14 Marzo 1788 ed al Sig. di Saussure 20 del medesimo* ». Essa contiene parti che mancano in H copia 3, e che si presentano in « *Lettera quarta* » Br. Bibl., ed in più contiene anche lo svolgimento di argomenti trattati nella « *Lettera ottava* » Br. Bibl. che si pubblica nel N° XCII (C). Di E 11 è riprodotto in facsimile una parte che riguarda lo svolgimento dell'elettricità dovuto alla condensazione del vapore acqueo.
- E 3: è la minuta di parte di una lettera del V. al Vassalli, in risposta ad un'altra del Vassalli (Cart. Volt. F 45), in data 24 ottobre 1791: in E 3 vi sono affermazioni intorno ad argomenti che sono oggetto della « *Lettera quarta* » Br. Bibl. e della « *Lettera quinta* » Br. Bibl. che si pubblica nel Numero successivo. E 3 non si pubblica perchè completamente assorbito da queste lettere.
- II 13: venne citato anche nel N° LXXXIX (A), ove venne in parte pubblicato: si pubblica ora in nota la sua ultima parte, riguardante l'uso dell'elettrometro atmosferico in tempo di nebbia.

LETTERA QUARTA (a)

Il fenomeno della fiamma, che riceve e tramanda l'elettricità dell'aria, sia vaporosa, sia secca, con una facilità e prontezza che non ha pari, dee sembrare al certo sorprendente; e confesso, ch' io medesimo non m'aspettava tanto, quando m'avvisai d'impiegare a tal uopo la fiamma. Or quanto il successo superò le mie speranze, altrettanto fui eccitato a porre ogni maggiore studio nell'esame di un fenomeno siffatto; nè andò guari, che tutta ne scopersi la ragione e il modo, come giudicar potrete, mio caro Signore, dall'esposizione, che vado a farvene in questa lettera. Prima però soffrite, ch'io vi trattenga alcun poco intorno ad un'idea, che volgo in capo: gli è questa il progetto di un'esperienza, che amo appunto di comunicarvi avanti d'accingermi a tentarla.

(a) [1] Dopo la pubblicazione fatta in questo giornale delle tre lettere precedenti, mi occorre di veder riportato in un'opera periodica inglese (*Monthly Review*), qual ritrovato del Sig. BENNET, l'artificio di armare d'un candelino acceso, e meglio, di una picciola lanterna il conduttore atmosferico, affine di aver segni più sensibili dell'elettricità aerea. Ivi si riferisce qualmente egli abbia presentato su di ciò una Memoria alla Società R. di Londra, contenente un giornale di osservazioni da lui fatte con tal apparato pel corso di qualche mese. Il sullodato valente Elettricista è stato sicuramente condotto a far questa applicazione della fiamma, dall'aver osservato, come adattando un mocolo acceso al suo delicatissimo Elettroscopio a fogliette d'oro (di cui ho reso conto in una Nota al principio della lettera 2. (vol. II. p. 104. [2]), contraeva questo assai meglio l'elettricità, che colla nuda punta metallica: la qual esperienza è, tra altre molte, riportata dal Sig. ADAMS nella nuova edizione del suo *Essay on Electricity* già citato in detta nota.

Or non facendosi parola in cotest'opera stampata sulla fine del 1787. di tal importante applicazione della fiamma per esplorare con vantaggio l'elettricità atmosferica, vi è tutto il fondamento di credere, che solamente alla fine di detto anno, ed anche più tardi, cioè nel corrente 1788. abbia pensato il Sig. BENNET a trarre un tal partito dalla fiamma. Il Giornale Inglese infatti, che ne parla, è del mese di Maggio o Giugno p. p., e ne parla come di cosa assai recente. La data all'incontro delle mie tre lettere pubblicate negli antecedenti volumi

[1] Questa nota manca in H copia 3 ed in I 31γ, che è la minuta della prima parte di H copia 3. La citazione che essa presenta in nota si riferisce al Vol. II. di Br. Bibl. [Nota della Comm.].

[2] Indicazione riferentesi a Br. Bibl.

[Nota della Comm.].

Veduto quali e quanti vantaggi io posso ritrarre dalla fiamma, e dal condensatore, per raccorre l'elettricità sparsa, e da impercettibile affatto renderla sensibilissima, io penso ora colla scorta di tali presidj di sottoporre alla prova i vapori dell'acqua bollente, ed anche non bollente, introdotti ed accumulati, nel modo che troverò meglio convenire, in una grande ed alta Sala, siccome pure altre specie di vapori e di fumi, che vi farò salire in copia, più o men grande. Chi sa che sollevando allora verso la volta di questa Sala l'elettroscopio munito della verghetta metallica, e del candelino o solfanello acceso in cima, e facendo uso della boccettina di Leyden, e quindi del condensatore (non altrimenti che soglio fare circa l'elettricità dell'atmosfera; quando per tutt'altro modo ella è impercettibile), chi sa, dico, ch'io non ottenga da cotai vapori, che formati al basso cominciano verso l'alto della sala a disfarsi o condensarsi, qualche segno di elettricità? Se ciò riesce, non dubito punto, che codesta elettricità non sia per essere anch'essa della specie *positiva*, come vuole la mia teoria, e come è quella appunto dell'aria libera più o men vaporosa, della nebbia, della rugiada.

Mi manca un'esperienza di questa fatta per porre l'ultimo suggello all'accennata mia teoria sull'origine dell'elettricità atmosferica *in più*, cui io deduco dai vapori, che s'innalzano arricchiti di fluido elettrico a spese della terra, fondandomi sulla scoperta, che feci fin dal principio del 1782., dell'elettricità sempre *in meno*, che si manifesta negli apparecchi isolati, da cui sia coll'ebullizione, sia coll'effervescenza, od anche colla semplice combustione

della presente Raccolta, è del mese di Luglio dello scorso anno 1787. e dell'Agosto seguente la data della 4^a. 5^a. e 6^a. lettera, inviate le une e le altre di mano in mano al Sig. LICHTENBERG, e comunicate altresì poche settimane dopo ai Signori DE SAUSSURE e PICTET e ad altri amici, in occasione di un giro che feci nel Settembre al Lago di Ginevra. Ognun comprende, che più antica, che quella di codeste lettere, si è l'epoca delle prime mie sperienze di questo genere. Che se bramasi sapere di quanto ella è più antica, dirò che cominciaron l'esperienze col cominciare del detto anno 1787., tempo in cui m'avvisai di porre in cima all'elettroscopio atmosferico portatile prima un focherello d'artificio, poi un semplice candelino od un solfanello, e da ultimo la picciola lanterna. Le quali sperienze avendo avuto quel felice successo, che ho mostrato, ne diedi parte poco dopo, cioè avanti la fine dello scorso inverno al Sig. SAUSSURE già nominato, ai Signori LANDRIANI, MOSCATI, VAN-MARUM, e ad altri miei amici e corrispondenti, a' quali scrissi in succinto ciò, che in appresso son venuto più ampiamente esponendo in queste lettere al Sig. LICHTENBERG, che ora si pubblicano.

Ho voluto far palese tutto questo, non per applaudirmi dell'antiorità di una scoperta, la quale importa poco pel progresso della Meteorologia elettrica da chi sia stata fatta; ma per difendermi dall'accusa, che mi si potesse portare di plagiato: dalla qual accusa debb'essere egualmente al coperto il Sig. BENNET, che senza saputa delle mie sperienze, in seguito alle sue proprie è giunto al medesimo ritrovamento. Infine chiunque di noi due sia stato il primo (chè non ardirei con tutte le presunzioni già allegate attribuirmi con piena sicurezza tal vanto), siccome non è avvenuto, nè poteva avvenire, stante la nessuna comunicazione, che uno apprendesse la cosa dall'altro: così ciascuno ha diritto di chiamarsi scopritore.

si fanno salire copiosi vapori (a). Mi manca, dico, un'esperienza, che scoprir faccia una somigliante elettricità di *eccesso*, prodotta a mia posta col render l'aria artificialmente vaporosa: sebbene anche senza di una tale esperienza, l'osservazione sola di quella elettricità, che domina ad ogn'ora nell'Atmosfera naturalmente pregna di vapori, e maggiormente vi domina nei tempi, e nelle regioni, ove appunto i vapori vieppiù si condensano, di quella elettricità, la

(a) [1] Questa scoperta fu da me resa pubblica con un *Appendice* alla Memoria sul Condensatore stampata quell'anno medesimo nelle *Transazioni Anglicane*, e riprodotta in seguito nel *Giornale di Fisica dell'Ab. Rozier* (Agosto 1783.), e negli *Opuscoli scelti* di Milano (Tom. VII. pag. 111. 1784.). Ivi dopo aver riferite le esperienze che la stabiliscono, tirandone una facile conseguenza, io soggiungeva. « Se i corpi risolvendosi in vapori, o in un fluido elastico, « si caricano di fuoco elettrico a spese degli altri corpi, e gli elettrizzano quindi *negativamente*, « venendo in seguito i vapori medesimi a condensarsi, non cercheranno essi di deporre questo « carico, e non produrranno conseguentemente segni di elettricità *positiva*? Ecco ciò, che me- « rita singolarmente d'essere verificato coll'esperienza. Io ho già immaginato diversi modi, « onde tentare la cosa, che metterò alla prova tosto che ne abbia il comodo ». Non tardai infatti a metter mano a varj tentativi, che però per gran tempo e fino al principio del corrente anno 1788. andarono sempre a vuoto. Nè più felice di me fu il Sig. DI SAUSSURE in un'esperienza fatta all'istesso oggetto, e ch'egli riporta nel Tomo 2. della sua Opera *Voyages dans les Alpes — Genève 1786.* al capitolo XXVIII. intitolato *Nouvelles Recherches sur l'Electricité Atmospherique*, che ho avuto, ed avrò più volte occasione di citare: la qual'esperienza non riuscì tagli in piccolo, ei propone ai Fisici di ripetere in grande, dicendo che « Si vedrebbe; se i vapori, dopo avere rubato alla terra il fuoco elettrico, non vanno effettivamente a deporlo, e accumularlo nell'alto dell'Atmosfera ».

« Infatti (continua egli) mi pare impossibile di trovare un'altra ragione dell'elettricità « positiva, che regna costantemente nell'aria. La quantità prodigiosa di questo fluido, che cala « giù continuamente dall'alto dell'atmosfera, infiltrandosi attraverso dell'aria per penetrare « nell'interiore della terra, debbe necessariamente sortirne di nuovo in qualche maniera; senza « di che, o l'aria si esaurirebbe, o la terra diverrebbe infine saturata. E la circolazione perpetua « di questo fluido mantenuta col ministero de' vapori, è una cosa ammirabile, e che ne dee far « colpo: monta egli invisibile ed inattivo, nascosto nel seno di questi vapori, ma spiegando in « seguito la sua energia, allorchè questi vapori han cambiato di forma, torna a discendere « attivo, animato dalla sua forza penetrante ed espansiva; le cime degli alberi, le punte dello « foglie, le barbe delle spiche gli si fanno incontro e lo sforzano a passare per entro la sostanza « de' vegetabili, ch' egli anima senza dubbio, e di cui egli diviene forse, decomponendosi, la « parte più saporosa, e più attiva ecc. ». Siegue quindi il Sig. DI SAUSSURE a parlare dell'influenza che può avere e che ha probabilmente questa blanda circolazione del fluido elettrico eziandio sull'economia animale. Ma torniamo al proposito delle esperienze ch' io prima di tutti progettava ad oggetto di comprovare in modo sensibile la mia proposizione, che i vapori cioè condensandosi o cambiando forma spremere denno dal loro seno il fluido elettrico, onde s'arricchirono nell'atto del formarsi, e produrre quindi un'elettricità di *eccesso*.

Se le mie esperienze, siccome pure quelle di SAUSSURE, e d'altri non ebbero buon risul-
tamento, lo ebbero non ha molto alcune del Sig. BENNET; e ciò in grazia d'avervi adoperato quel suo elettroscopio sì delicato a fogliette d'oro di cui ho già avuto occasione di parlare più

[1] Questa nota manca in H copia 3 ed in I 31 γ, che è la minuta della prima parte di H copia 3.

[Nota della Comm.].

quale, salvochè accidenti di altro genere (di cui avrò luogo di parlare altrove) non la turbino e invertano, è sempre della stessa specie, cioè *positiva*, sembra poter bastare a confermare l'anzidetta teoria, che da Fisici di gran nome ho il piacere di veder adottata, fra' quali nomino a cagion di onore i Signori TIBERIO CAVALLO e DE SAUSSURE (a).

d'una volta. Questa sperienza riportata, fra molte altre, dal Sig. ADAMS nel suo recente *Saggio di Elettricità*, che ho citato già nella nota in principio della 2.^a lettera, è semplicissima. Si adattò al cappelletto dell'elettroscopio un largo imbuto di carta, verso il quale si fecer salire i vapori d'un poco d'acqua spruzzata sopra uno o due carboni accesi: questi vapori, in tal modo raccolti, e condensati nell'imbuto, vi crearono un'elettricità positiva sensibile a quel delicatissimo elettroscopio.

Non debbo lasciare di avvertire, che la qui indicata sperienza non fu fatta, per quanto pare, prima dell'estate del 1787., in cui io scrivea la presente lettera, o almeno non era peranco resa nota a quel tempo; però a ragione io dicea, che mancava tuttavia al mio sistema sull'elettricità atmosferica quella prova diretta e concludente, che da me riguardavasi come l'*experimentum crucis* e a cui anelava di arrivare. Ora il Sig. BENNET ce l'ha fornita cotesta prova sebbene non così parlante, non così rappresentativa di ciò che accade nell'atmosfera, come quella ch'io proponeva in codesta lettera, d'impregnare cioè di vapori tutta l'aria di una stanza ed esplorarne l'elettricità (che, secondo la mia idea, dovrebbe nascerne) con innalzare colà entro al modo solito l'elettrometro atmosferico munito di fiamma, e con impiegare la boccetta di Leyden, o il Condensatore a raccogliere tal elettricità, che per avventura riuscisse troppo debole.

(a) [1] Il passo di quest'Autore recato nella nota precedentè lo fa vedere abbastanza. Giova però addurne qualche altro, in cui si spiega ancor più chiaramente a favore di tal mia teoria. Verso la fine del capitolo, che precede il già citato, riferite avendo le osservazioni sull'elettricità atmosferica da lui fatte in cima di un alto monte, la quale elettricità egli trovò mai sempre *positiva*, soggiugne « Il Padre BECCARIA avea diggià consegnato questo grande fenomeno « nel suo bel Trattato sopra l'elettricità che regna ne' tempi sereni. *Della Elettricità terrestre « atmosferica a Ciel sereno, Osservazioni di G. Beccaria. Torino 1775.*; ma era riservato al Sig. « VOLTA di trovarne una spiegazione soddisfacente... Egli ha fatto vedere che il fluido elettrico « entra nella composizione dei vapori; che però allorquando il calore attuale del Sole, o quello « ch'egli ha per lungo tempo accumulato nel nostro globo, riducono in vapori l'acqua sparsa « sulla superficie della terra, questi vapori si portano via seco una certa quantità di fluido elet- « trico; ma che in seguito questi medesimi vapori innalzandosi verso le parti superiori dell'Atmo- « sfera, incontrano un freddo che li condensa: che allora il fluido elettrico, che si era combinato « con essi, ridivien libero, e si accumula in quelle alte regioni, fino a che le piogge, i temporali, « o i conduttori gli forniscano i mezzi di restituirsi alla terra, d'onde era originariamente sortito ». Nell'articolo poi XXVIII. sopraccitato, in cui tratta più di proposito questa materia, dopo avere riportato alcune sue sperienze in apparenza contradicenti alle mie, e trovata la ragione di tali anomalie, convenendo alla fine nel fatto costante dell'elettricità *negativa* prodotta dalla semplice evaporazione ne' corpi da cui si sollevano i vapori, com'io avea scoperto, e meco di nuovo accordandosi nel ripetere dal fluido elettrico, onde partono arricchiti i vapori dalla terra, e che depongono, siccome ridondante, ne' superiori strati dell'Atmosfera, l'elettricità atmosferica, che vi domina, si spiega un'altra volta così. « Non si può dunque far a meno di « credere col Sig. VOLTA, che l'elettricità atmosferica è essenzialmente positiva; e che quella

[1] Questa nota manca in II copia 3, ed in I 31 γ.

[Nota della Comm.].

Ritornando all'esperienza, ch'ho in animo di tentare, dirovvi, che aspetto per porvi mano stagion migliore, non parendomi che la state possa dar luogo a un condensamento de' vapori nella Sala dell'esperienza così pronto, come richiedesi per avventura alla buona riuscita. Rimetto dunque il tentativo ad un tempo freddo e secco, che immagino dover essere più favorevole all'intento (a).

« che si osserva negativa in certe piogge, e talvolta ne' temporali, non viene che dalle nubi, le quali essendo state esposte alla pressione del fluido elettrico contenuto nell'alto dell'atmosfera, e delle nubi più elevate, hanno scaricato una parte del loro fluido contro la terra, o contro altre nubi, e sono rimaste così elettrizzate in meno, per effetto di una elettricità originariamente positiva: precisamente come l'elettrometro prende un'elettricità negativa e permanente, allorchè si tocca nel momento in cui l'aria lo tiene elettrizzato in più ». Tali infatti sono le spiegazioni ch'io ho date in un'Appendice alla mia Memoria sul Condensatore: spiegazioni ancora troppo vaghe e imperfette; ma che riceveranno maggior lume ed estensione da molte nuove osservazioni consegnate nelle susseguenti lettere.

(a) Non debbo lasciare d'informare il lettore, (siccome già ne informai con nuove lettere il Sig. LICHTENBERG, e il Sig. DE SAUSSURE) del pieno successo che ha avuto la progettata esperienza, giusto alcuni mesi dopo, cioè nell'inverno del corrente anno 1788 [1].

Mi son servito per essa dell'apparato a lanterna descritto sulla fine della lettera precedente; e l'ho più volte ripetuta col miglior esito. Faceva entrare la lunga canna con in cima la lanterna accesa nella Sala destinata; ve la faceva entrare per una porta semiaperta, tanto, e con tal inclinazione, che la lanterna si trovasse verso il centro di detta Sala, più vicino però alla volta, che al pavimento; sul quale collocata una caldaja d'acqua, or bollente, or calda soltanto 60. 50. gradi, ed anche meno, mi ritirava io fuor della Sala nell'altra stanza, ove all'uscio socchiuso trovavasi il tavolino portante la canna ec. per quivi fare l'osservazione col mezzo della solita boccettina di Leyden e del Condensatore unito all'elettrometro, come ho ampiamente spiegato nelle lettere precedenti. Or dunque dirò, che quando il tutto era in buon ordine, e in ottimo stato singolarmente gl'isolamenti, mi bastava di tenere la boccetta in contatto della canna, o meglio del filo di ferro che le va unito, lo spazio di un quarto d'ora circa, e talvolta anche solo 5. o 6. minuti, perchè essa boccetta ne contraesse tale carica, da darmi coll'ajuto del condensatore segni sensibilissimi di elettricità, e sì di elettricità *positiva*, qual io in virtù del mio sistema avea pronosticato.

Che poi i vapori che si sollevano dall'acqua, e non il semplice candelino nella lanterna, o lo strofinarsi dell'aria riscaldata e messa in corrente, contro le pareti di quella, od altra cagione che immaginar si possa; che, dico, i vapori, e non altro, fossero la vera cagione di quell'elettricità ch'io otteneva, fu facile l'accertarmene col ripetere molte volte l'esperienza senza far sorgere vapori, sopprimendo cioè la caldaja d'acqua calda: nel qual caso, con tutta la più esatta manipolazione nel resto, non otteneva giammai alcun indizio di elettricità. Convien però esser in ciò molto attento, per non prendere abbaglio; accadendo non rare volte, che un piccolo residuo di elettricità nell'aria della stanza, in cui si fa la prova, lasciatovi in qualunque modo dalle sperienze precedenti, vi produce de' segni, quando non ve li aspettate.

[1] Questa nota manca in H copia 3 ed I 31 γ: il suo contenuto compare nella prima pagina di E 11, che è un Mns. del quale si riproduce una parte in facsimile, e che porta la seguente intestazione autografa: « Paragrafo di Lettera al Sig. LICHTENBERG 14 Marzo 1788 e al Sig. DI SAUSSURE 20 del medesimo ». In Br. Bibl., con riferimento a questo punto, trovasi a firma degli Editori, la seguente nota: « Ci siam fatto premura di annunziarla nel I. Vol. di questo giornale nell'art. Osserv. e Scop. p. 141. (G. E.) ». [Nota della Comm.].

Vengo ora alla spiegazione promessa; e comincio dal confrontare, riguardo al potere di sottrarre l'elettricità non solo all'aria, ma in generale a tutti gli altri corpi, e segnatamente ai non conduttori, o così detti *coibenti*, comincio, dico, dal confrontar tra loro la fiamma e le punte metalliche. Si è decantata tanto la virtù di queste ultime, se n'è fatto così gran caso, tanto

Fino ad ora avendo fatte coteste sperienze soltanto in camere di una mediocre grandezza, non ho potuto ottener segni elettrici immediatamente dal conduttore innalzato, applicandogli cioè a dirittura il più sensibile de' miei elettrometri a paglie (si otterrebbero probabilmente col molto più sensibile di BENNET): mi è convenuto sempre ricorrere al condensatore e col soccorso pur anche di questo e con tutte le attenzioni usate non ebbi mai che 5. 6. e al più 8. gradi, cioè la divergenza ne' pendolini di 3. in 4. linee. Ma tanto basta al mio intento. Altronde vuolsi considerare, che non ottengo gran fatto di più quando innalzo il medesimo apparato a lanterna verso l'aria vaporosa e elettrica dell'atmosfera, postandolo in mezzo d'una strada, di una piccola piazza, o corte angusta, serrato in somma da case o muraglie; e sieguo in tutto e per tutto la medesima manipolazione colla boccetta di Leyden, e col condensatore: quivi è ben raro, che con tutto l'aiuto della fiamma io abbia segni di elettricità, senza l'altro soccorso del condensatore. Se dunque le muraglie dissipano cotanto l'elettricità dell'aria che cingono dai lati, tuttochè rimangavi un'apertura verso il cielo, cosa dobbiamo aspettarci di una stanza tutta chiusa? È ben molto, che l'elettricità là entro eccitavasi non si riduca tosto a niente; tanto più, che quell'aria fatta piena a ribocco di vapori acquosi viene ad essere se non un vero conduttore, poco almeno isolante.

Per quest'ultima ragione, l'esperienza riesce assai meglio, facendo sorgere e montare in alto altri vapori men umidi, come quelli che esala il carbone che abbrucia. Pongo in luogo della caldaja d'acqua, sul pavimento della sala un braciere con pochi carboni accesi, coperti da altri non accesi. La lenta consunzione de' medesimi, massime se accada senza fiamma, e senza fumo, induce ben presto nello strato d'aria superiore la stessa elettricità *positiva*, che vi producono i vapori dell'acqua; la quale elettricità venendo più lentamente rapita dalle muraglie e dalla volta, per esser l'aria tenuta asciutta, mi dà segni molto più sensibili, talchè non ho neppur bisogno di ricorrere al condensatore, bastando di applicare il mio elettrometro sensibile al filo conduttore dell'apparato a lanterna introdotto in quella Sala, o di sollevarvi colla mano cotesto elettrometro medesimo munito della sua verga metallica e del solfanello acceso in cima; ciò, dico, bastando, per averne immediatamente 1. 2. e fin 3. gradi di elettricità.

Cotesta elettricità è dunque poco o nulla inferiore a quella, che in pari altezza da terra, cioè di 6. o 7. piedi osservasi sovente in campo aperto a Ciel sereno; ed è, come vedemmo, della stessa specie, val a dire ognor *positiva*. Chi dubiterà pertanto dopo tali sperienze e tanto imitatrici, che l'elettricità atmosferica naturale non derivi essa pure dalla medesima fonte, non sia prodotta da una causa identica, voglio dire da' vapori che salgono? Chi più anderà in traccia di altre cause, se questa da noi addotta e stabilita con ogni genere di prove trovasi sufficiente all'uopo?

Come poi cotal elettricità atmosferica, sempre blanda a Ciel sereno, più risentita nelle nebbie, divenga sì ponderosa nelle nubi, massime temporalesche, e men tanto strepito da folgoreggiare, tuonare ec., e come si cangi sovente nella specie contraria, cioè *negativa*, non è difficile lo spiegare; ma non è qui il luogo di farlo: ne ho dato un cenno nella già citata Appendice alla Memoria sul condensatore, ove trovansi in breve esposte le prime mie idee sull'origine e le vicende dell'elettricità atmosferica; le quali idee, come già accennai, mi si dà occasione di viemmeglio sviluppare nelle seguenti lettere.

se ne sono occupati i Fisici per ispiegarla (sebbene inutilmente, fino a che non si ebbero formata una giusta e chiara idea delle *atmosfera elettriche*, cagion primaria di tale virtù delle punte), che per esse si è quasi scordata, e trascurata, diciam pure, del tutto la forza conduttrice della fiamma, che i primi Elettrici aveano per altro riconosciuta assai grande. Appresso si riguardò comunemente la fiamma sotto l'aspetto di *dissipatrice* dell'elettricità, e poco o nulla sotto quello di *collettrice*: prerogativa, ch'essa, e dopo di lei il fumo, posseggono nel più alto grado. Le sperienze per raccorre l'elettricità naturale dell'atmosfera, che ho riportate nelle lettere precedenti, lo provano nella più luminosa maniera. Ciò non di meno ho voluto, perchè nulla restasse a desiderare, esaminar la cosa più dappresso, rivolgendomi ben anche all'elettricità artificiale: ho voluto vedere, e toccar con mano ciò che succede, e come succede.

Non vi vuole molto a comprendere, che per somiglianti ricerche, e pel paragone a cui m'accingeva, d'uopo non era ch'io ricorressi a un'elettricità forte; che anzi contentar mi dovea di una assai debole. Trovai infatti, che se l'elettricità è potente, una punta sottile, e che sporge molto, la riceve e la dissipa presso a poco come la fiamma, e quasi alla medesima distanza; a quella distanza cioè, a cui su detta punta eccitasi un certo qual soffio o corrente, che *venticello elettrico* si chiama.

È facile altresì intendere che la circostanza di questo soffio, che è ormai riconosciuto consistere in una vera corrente d'aria, favorisce grandemente la trasmissione dell'elettricità, che altrimenti non avrebbe luogo se non in piccola parte, sendochè la punta immersa nell'atmosfera elettrica non tocca che un piccol numero di particelle d'aria animate da un'elettricità abbastanza forte per iscaricarla.

Ora quand'anche coteste particelle la deponessero tutta quanta nella detta punta (supposizione, che non può ammettersi, attesa la natura *coibente* dell'aria medesima, che le impedisce di spogliarsi intieramente di quella qualunque elettricità, che possiede), con tutto ciò non ne risulterebbe ancora, nel caso che l'aria rimanesse in riposo, un'elettricità sensibile nel conduttore, a cui appartiene quella punta, niente niente che tal conduttore fosse *capace*; giacchè cosa sono poche molecole d'aria in confronto di lui? Ma se all'incontro concepiamo tolto il riposo all'aria, ed eccitata una corrente della medesima, sicchè le molecole, che furon già in contatto della punta, spogliate, se non in tutto, in gran parte di loro elettricità, cedano il luogo ad altre non anco spogliate e intatte; ci è facile il vedere come la moltitudine infinita di queste molecole d'aria, che si scaricano una dopo l'altra entro alla punta anche solo di una parte di loro elettricità, giugnerà ben tosto ad accumularne una dose considerevole nel conduttore di tal punta armato. La stessa cosa debbe intendersi delle particelle d'aria, che trovansi in contatto di un corpo, da cui

emana l'elettricità: la corrente d'aria, ossia venticello elettrico, che si eccita su tal punta, favorisce, e promove infinitamente cotesta emanazione, e dispersione d'elettricità, non altrimenti che promove e favorisce l'assorbimento, che ne fa, come or ora vedemmo, la punta presentata all'atmosfera elettrica.

Abbiam supposta fin qui un'elettricità *positiva*, ossia *in più*, ma è facile il comprendere, che il venticello, e quindi la trasfusione continua avran luogo parimente per l'elettricità *negativa* o *in meno*, se si rifletta, che simile venticello è un giuoco, dirò meglio, un effetto necessario dell'attrazione e ripulsione elettrica, le quali forze, com'è noto, operano egualmente nell'una e nell'altra specie di elettricità.

Dopo una tale spiegazione, e premesso, che la fiamma, non altrimenti che ogn'altro corpo fortemente riscaldato, e massime portato all'incandescenza, è un ottimo conduttore, si fa chiaro da se ch'ella debbe rubare l'elettricità all'aria, e a qualsiasi altro corpo elettrico, egualmente bene, anzi meglio assai che una punta metallica la più fina: ciò, dico, si fa chiaro, qualor si consideri che la fiamma eccita per se stessa una corrente d'aria più forte e più seguita di quella che può eccitare la sola elettricità su di una punta qualunque. Aggiungete, che non solamente il corpo della fiamma è *conduttore*, ma che il di lei vivo calore rende tale, o almeno non così coibente l'aria medesima, di mano in mano che vi accorre, e giunge a lambirla; di maniera che si truova essa aria molto più disposta a deporvi del fluido elettrico, od a prenderne, secondo il bisogno, a norma cioè del suo stato di elettricità *positiva*, o *negativa*. Del resto, siccome la corrente dal seno della fiamma si dirige all'insù, ed essa fiamma prende una forma conica, mentre l'aria da lei riscaldata e rarefatta levandosi, e spandendosi a forma di gran pennacchio, promove all'intorno, e per disotto l'affluenza di altr'aria a ristoro del cagionato diradamento; così, non solo dallo strato d'aria a cui tocca il suo apice, ma da più alto eziandio tragge la fiamma a se l'elettricità, cioè da quello strato, a cui giunge colla rapida corrente il suo vivo calore, quel calore che basta a render l'aria deferente.

Dalla fiamma or torniamo alle osservazioni sulle punte. Un'elettricità assai forte non manca mai di produrre il venticello elettrico, di cui abbiam poco sopra parlato, neppure su d'una punta ottusa, e che poco risalta; la quale per conseguenza non lascia di assorbire più o men celeremente l'elettricità posseduta da un corpo, che le si presenta ad una convenevole distanza. Ma a misura, che l'elettricità è più debole d'essa, come sappiamo, non produce l'un fenomeno e l'altro, che sopra punte più sporgenti, e più sottili, e in minore distanza. È ella estremamente fiacca? Non ha più luogo il soffio o venticello, e la trasmissione dell'elettricità non si compie neppur essa, se non lentissimamente, per quanto sia affilata e sporgente la punta, per quanto l'intervallo frapposto a detta punta e al corpo elettrico sia piccolissimo; molto meno se cotesto corpo non è della classe dei conduttori. Fin le molecole d'aria,

che toccano cotal punta sottilissima e che sono più di tutte e da tal contatto, e dalla pressione dell'atmosfera attuante sollecitate a deporre in essa punta l'elettricità che le anima, stentano a farlo, e non vengono a capo di spogliarsene, che dopo un tempo notabile: ciò in virtù di quella forza e tenacità, con cui tutti i corpi *non-conduttori* ritengono l'elettricità sia *reale*, sia di *pressione*, quand'ella, debole troppo, non fa che miserabili sforzi per isvincolarsi, non giunge a vincere gl'indicati ritegni.

Ecco dunque la virtù delle punte ridotta in molti casi a niente; ogni volta cioè, che o per difetto che abbiano di acutezza o di sporgimento, o per debolezza di elettricità, non ha luogo il venticello. Ecco come la fiamma si lascia addietro di gran lunga una punta metallica la più fina e sporgente che mai possa adoprarsi, nel tirare a se dall'aria, o da qualunque altro corpo più o men coibente l'elettricità, giugnendo ad estrarne quella cui niuna punta varrebbe ad assorbire, ad estrarla ed imbeversene largamente, per mezzo della corrente d'aria rapida ed estesa, che essa fiamma non manca mai d'excitare, e mantenere, finchè dura ad ardere, e mercè il rendere cotest'aria col vivo suo calore *deferente*.

Tra molte sperienze che ho fatte per comprovare, e mettere sott'occhio come la *tenacità*, onde i corpi *coibenti* ritengono ostinatamente la debole elettricità in qualunque modo acquistata, tenacità in niun modo vincibile dalle più acute punte metalliche, è all'opposto sì facilmente vinta dalla fiamma, scelgo quelle soltanto che sono più parlanti, e che può ognuno facilmente ripetere. Presentate al di sopra dell'elettrometro a boccetta armato semplicemente della sua verga metallica puntuta, presentategli in distanza di un mezzo pollice, ed anche meno, la faccia resinosa nuda di un Elettroforo debolmente elettrizzato, quale e. g. si trova dopo un riposo di più giorni; i pendolini dell'elettrometro si apriranno di 2. 3. 4. gradi: movete innanzi, indietro, e in giro quel piatto, affine di presentare all'apice della verga molti punti della stessa superficie resinosa; questo non accrescerà, nè sminuirà notabilmente la divergenza di detti pendolini, purchè tengasi cotal piatto sempre alla medesima distanza: visto ciò, ritiratelo, e osserverete cadere i pendolini dell'elettrometro, e giacersi indi paralleli e inerti. Or questo vi addimostra chiaramente, che la punta nulla ha ricevuto, nulla per essa è passato al conduttore, cui appartiene, dell'elettricità che sta affissa all'elettroforo; e che per conseguenza i pendolini dell'elettrometro divergevano, quando il piatto gli stava sopra, soltanto per l'azione dell'atmosfera elettrica, per una elettricità non già reale, ma *accidentale*, com'io la chiamo, o di semplice *pressione* secondo il linguaggio più comune: tanto vero, che se, prima di ritirare detto piatto, e nel tempo che i pendolini stanno aperti marcando gl'indicati 2. 3. 4. gradi di elettricità, si distrugga tale elettricità con un tocco, più non risorge ella, finchè tiensi esso piatto a suo luogo, cioè colla faccia resinosa rivolta alla

punta metallica attinente all'elettrometro, e nella primiera distanza; chè poi ritirandolo, prendono i pendolini di bel nuovo a divergere, e a dar segni di un'elettricità *reale*, e permanente, ma contraria a quella della faccia resinosa, onde già sentiron l'azione: il tutto conformemente alle leggi delle atmosfere elettriche.

Ripetete ora le stesse sperienze, dopo aver adattato un candelino, o un solfanello acceso in cima alla medesima verghetta metallica portata dall'elettrometro; e vedrete come presentandole alla medesima distanza, ed anche ad una assai maggiore, la faccia nuda dell'elettroforo, i pendolini dell'elettrometro s'apriranno assai più che dei 2. 3. 4. gradi, che facean prima; e come, facendoli cadere con qualche tocco, si riapriranno di nuovo, tosto che si cessi di toccare; e ciò a più riprese, infino a che lo strato resinoso, perdendo continuamente della sua elettricità, si ridurrà ad essere per la massima parte spogliato: dico *per la massima parte*, perchè ad esserlo intieramente conviene che esso venga in tutta la sua nuda faccia toccato e lambito dalla fiamma, o che poco almeno vi manchi al tocco. È dunque evidente, che la fiamma si ruba cotesta elettricità: lo che confermasi dalla divergenza de' pendolini dell'elettrometro, la quale sussiste, purchè spengasi la fiamma prima di ritirare il piatto, chè altrimenti ne promoverrebbe essa tosto la dispersione nell'aria (com'è facile il comprendere, ed avrò luogo di più ampiamente spiegare), sussiste, dico, anche dopo tolto via detto piatto.

Allorchè l'elettricità di questo, cioè della faccia resinosa è debole a segno, che portata essa fino al contatto della punta metallica non fa divergere che di 1. grado circa i fili di paglia del mio elettrometro più sensibile, non succede, almeno per qualche momento, alcuna trasfusione sensibile di elettricità, malgrado un tale contatto, per quanto ancora rinnovisi, e s'estenda, applicando successivamente a detto apice metallico molti punti di essa superficie resinosa. Così è: il conduttore non ne acquista punto di elettricità *reale*, come mostra la totale caduta dei pendolini al momento che si allontana il piatto, e con esso togliesi quell'atmosfera elettrica, che li facea alcun poco divergere. Ecco un nuovo esempio della nessuna nessunissima virtù delle punte, là dove l'elettricità impressa ad un corpo isolante è molto debole. Qual confronto pertanto col prodigioso potere della fiamma, la quale sugge, e contrae effettivamente dallo strato resinoso, sol che giunga a toccarlo e lambirlo, anzi pure allorchè dista alcun poco dal contatto, qualsisia più debole elettricità?

Vedesi dunque come van d'accordo le sperienze dell'elettricità artificiale con le sperienze della naturale, riguardo all'efficacia della fiamma paragonata con quella delle punte, di trarre a se, ed appropriarsi l'elettricità, involandola, sia nel contatto, sia in distanza, ai corpi medesimi *isolanti*, i quali ne sono oltremodo tenaci, e non se ne lasciano spogliare che a stento. Sebbene per avere un confronto più esatto, e rappresentare appunto coll'elettricità artifi-

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

l'air chargé de vapeurs suaves, comme celles qu'exhale le charbon brûlant; au lieu
je trouve, que posant sur le plancher de la chambre au lieu de la chaudière
deau un fourneau, ou des charbons brûlant lentement sans flamme et sans noise
d'air vers la voute s'électrise de même en plus, et restant alors de cette élec-
cité pour faire donner des signes sensibles de 2 à 3 degrés de l'électroscopie ar-
me simplement de sa verge métallique, et de son alimette brûlante au haut sur
qu'il faut besoin d'avoir recours à la petite bouteille de Leyde et au conservateur.
Parvenant à l'expérience avec les vapeurs de l'air j'ai observé que
quelquefois si ces vapeurs montent trop en force, comme lorsqu'on projette de
l'eau sur les charbons rouges ou lorsqu'on laisse tomber des gros morceaux de cendre
dans l'eau même point qu'il s'y éteignent, l'électricité de l'air vers la voute
est en nulle, ou même négative. irregularité C'est je donnerai l'explication
dans la continuation de ces lettres. En attendant j'inscris, pour voir combien je dois
m'appuyer de ces ~~expériences~~ ^{des expériences} de ces expériences, ~~l'air se charge de~~ ^{l'air se charge} après
lequel je pourrais décrire si long-temps, et qui confirme d'une si belle manière
et si évidente ma théorie sur l'origine de l'électricité atmosphérique.

Brano di minuta autografa di un paragrafo di una lettera del Volta al Lichtenberg ed al Saussure.

(Da Cart. Volt. E 11).

THE JOURNAL
OF THE
UNIVERSITY OF CHICAGO

cialè ciò, che la naturale atmosferica ci ha fatto vedere intorno alla prevalenza della fiamma sopra le punte, converrebbe porre in parità di circostanze l'una e l'altra elettricità, cioè ridurre l'artificiale ad agir entro all'aria nel modo stesso con cui vi agisce la naturale, e con una forza pari a quella, che d'ordinario ne fa sentire a pochi piedi da terra: la qual cosa non è punto difficile ad ottenersi. Basta spandere per mezzo di una buona macchina, e d'una o più punte annesse al di lei conduttore, tanta copia di elettricità nell'ambiente di una stanza, che basti ad elettrizzarne l'aria più o men vaporosa a segno, che essa aria valesse a muovere di qualche grado un elettrometro sensibile, portatovi dentro. Allora facendosi sopra a quest'aria elettrizzata artificialmente le medesime prove, che abbiám vedute sull'aria naturalmente elettrica della libera atmosfera, ora cioè coll'elettrometro armato della semplice verga acuminata, ed ora col medesimo fornito inoltre della fiammella, troveremmo qui pure nell'ambiente della stanza, come già trovammo nell'aria aperta, una superiorità la più decisa dalla parte della fiamma in assorbire l'elettricità sparsa (a).

(a) [1] Ho eseguite in appresso le sperienze quivi accennate, impiegando, per impregnare di elettricità l'aria della stanza, non altri che una semplice boccetta di Leyden carica mediocrementè, ed anche meno che mediocrementè, avente cioè appena un terzo o un quarto della carica che può portare: il che viene a 20. gradi circa del mio quadrante elettrometro. Cercasi il mezzo, onde spandere opportunamente, e in breve tempo l'elettricità di questa boccetta nell'aria della stanza? La nostra fiamma dissipatrice, del pari che raccoglitrice dell'elettricità ce lo appresenta. Ecco il modo, tra i molti più o meno acconci, con cui io soglio procedere. Tengo in una mano un bastone di cera-spagna, in cima al quale arde un candelino, od un solfanello, ritenutovi da un fil di ferro attorto in forma spirale; e impugnata coll'altra mano la boccetta carica, ne porto l'uncino a toccare detto filo di ferro; e sì ve lo tengo applicato lo spazio di un mezzo minuto, o di un minuto al più, aggirandomi intanto qua e là per la stanza: per tal maniera quasi tutta la carica della boccetta svanisce, e si diffonde e attacca a quell'aria rinchiusa, raccogliendosi però in maggior copia verso la volta. Ciò compito io posso, o subito, o, se più mi piace, dopo un'ora, due, tre, quattro, fare a mia posta nell'aria di questa camera tutte le sperienze che si fanno coll'elettrometro atmosferico all'aperto, e farle coll'istessa riuscita: vale a dire, che se innalzando cotesto elettrometro atmosferico armato della sola verga metallica senza fiamma ottengo 2, 3, 4, 6 gradi di elettricità puramente *accidentale*, o di semplice *pressione*, la qual viene per conseguenza distrutta senza risorsa da un sol tocco del dito, adattando invece alla mia maniera sulla punta di essa verga conduttrice il solfanello acceso, avrò immancabilmente segni due o tre volte più forti di un'elettricità *reale*, e incessante, che risorgerà cioè dopo ciascun tocco. Posso anche per tal modo caricare un'altra boccetta di Leyden, raccogliendo in questa l'elettricità sparsa dalla prima nell'aria della camera ec.

Tralle molte sperienze dilettevoli di elettricità, ardisco dire, che questa merita una singolar attenzione, essendo a un tempo stesso assai istruttiva. E chi sa, che non possa fors'anche divenir utile per altri riguardi? Io non sono del numero di coloro, che grandi cose si promettono dall'*elettricità medica*; però, se vi avessi qualche fiducia, assai mi applaudirei d'aver trovato

[1] Questa nota manca in *H copia 3* ed in *I 32 β bis*, che è la minuta della corrispondente parte di *H copia 3*: il contenuto della prima metà di questa nota compare invece in *E 11*. [Nota d. Comm.].

E qui permettete, o Signore, ch'io mi trattenga a considerare più particolarmente il giuoco di quest'aria elettrizzata, sia naturalmente, sia artificialmente, attorno alla nostra fiamma. Primieramente la porzione d'aria, la qual penetra nella fiamma medesima, e fa corpo con essa, e quell'altra che si trova al contatto immediato, cambiandosi pel forte calore onde sono investite da *coibente* più o men perfetto che erano, in *conduttore* perfetto, non altrimenti che tramutasi in buon conduttore il vetro stesso, ove venga fatto ro-

un mezzo così facile di amministrare un vero *bagno elettrico*. Invito pertanto i Medici elettrizzanti a farne prova: non hanno essi, che ad elettrizzare nel modo or ora descritto, di una in due ore, od anche solo di quattro in quattro, l'aria della stanza ove trovasi il loro ammalato; giacchè tanto, ed anche più a lungo vi dura (se cotesta stanza è capace, non molto ingombra di mobili, e l'aria evvi discretamente asciutta) un resto di elettricità. Ecco come con poco incomodo, sol che la si rinnovi a lunghi intervalli, può mantenersi giorno e notte vigente l'elettricità nell'aria di una stanza, di un dormitorio, di una crociera ec. Ora cotal aria animata, e, se mi è lecito dir così, imbalsamata di elettricità, non godrà ella di qualche virtù? Io stesso, il più incredulo forse in fatto di elettricità medica, non ardirei negarlo, quando considero che l'aria chiusa di una stanza, resa quindi per lungo stagnare, e per inzuppamento di molti aliti, se non guasta e corrotta, torpida, molle, rilassata, può, avvivandola l'elettricità, rendersi più elastica, e in certo modo vibrata, mercè se non altro di quella ripulsione, che l'elettricità medesima induce nelle di lei particelle. Oltre a ciò, la persona che beve stilla a stilla, ma pur beve durante tutta la giornata il fluido elettrico, onde è carica quest'aria (o che fuor ne tramanda ad essa aria scarseggiante, se mai l'elettricità sparsa nella camera è *negativa*), tal persona, dico, può ella non esserne sensibilmente affetta? Non ne dee nascere una sorta d'irritazione, un tal quale solletico nelle parti del corpo più esposte a quest'aria? Sia pure un tal movimento del fluido elettrico, che va dentro o fuori della persona immersa in siffatta atmosfera, insensibile; e blanda pure e insensibile quanto si vuole sia quella specie d'irritazione prodotta sulle parti esposte del corpo, è credibile ad ogni modo che ne risulti alla lunga un effetto sensibile. Di vero quanti effetti notabilissimi provenienti da cause estremamente deboli, cui il tempo solo rende efficaci? *Gutta cavat lapidem...* Del resto se l'aria così elettrizzata induce una tensione nei pendolini dell'elettrometro, onde si scostano un dall'altro notabilmente, se giunge a far rizzare de' peli, non potrà dirsi neppure che sia sì poca cosa, che debba aversi per nulla quella vibrazione o tensione qualunque, che apporta alla nuda pelle, alla pelle più esposta.

Con tutto questo io non decido nulla ancora; nè mi prometto gran cose in pro dell'umana salute. Sta all'esperienza a mostrarci se, e quando questa nuova maniera di elettrizzare, questo *bagno elettrico* può conferire alla guarigione delle malattie, e di quali. Per me penso solamente, che se v'è mezzo di sperar bene dall'elettricità, sia questo da me proposto, anzichè d'impiegare l'agente elettrico negli altri suoi modi più forti, ma tutti più o meno passeggeri. Infatti non pare che sia con azioni violente, ad impeti e salti, che agiscano per lo più sull'economia animale gli elementi. Vedete l'aria sana o malsana, come non produce che alla lunga i suoi effetti salutari o tristi su nostri corpi: vedete la temperatura dei climi, i varj gradi di caldo e di freddo, d'umido e di secco, di densità e rarezza dell'aria, come affettano sol poco a poco l'umana salute. Or non sarà il medesimo della distribuzione del fluido elettrico nell'aria che ci circonda, dei varj suoi gradi di densità, della *temperatura elettrica*, se così è lecito di esprimermi? ^[1]

Non posso lasciare questo soggetto senza fare qualche parola intorno al sì decantato in-

[1] *Qui finisce E* 11.

[Nota della Comm.].

vente, e tali pure diventano gli altri isolanti anche per un calore meno intenso: anzi è a riflettere, che a indurre tal mutazione si ricerca minor calore per l'aria, che per qualsivoglia altro coibente, stante la fluidità della medesima, e la sua grande espansibilità, e atteso massimamente che la rarefazione sola, portata a un certo segno, basta senza calore di sorta, a render l'aria *deferente*. Or che non potrà sopra di essa aria la fiamma col mezzo di sì gran calore, e della rarefazione che vi produce a un tempo? Non la porrà in istato di comunicare senza ritegno, e quanto esige l'equilibrio, quella qualunque elettricità che possiede, al conduttore che le si presenta, e su cui brilla essa

flusso dell'elettricità atmosferica sopra i vegetali. Abbiám veduto in una delle Note precedenti (pag. 84 [1]) come tal influenza viene ammessa anche dal Sig. DI SAUSSURE. Per quanto però egli senta a favore dell'elettricità atmosferica, e gran parte del vigor delle piante ripeta dalla circolazione periodica di cotesto fluido, è ben lungi dal portar le cose oltre ogni limite, come fanno parecchi, che tutto quasi a questo solo agente attribuiscono, assai più conto facendone che degli altri elementi, l'influsso de' quali sulla vegetazione è abbastanza noto, e sono il calore, la luce, i vapori, la ventilazione, l'umido del terreno, e le specifiche sue qualità. Tra questi smodati panegiristi dell'elettricità si distinguono i Signori BERTHOLON, o GARDINI, che dell'influsso dell'elettricità sulla vegetazione hanno trattato di proposito, e le cui opere altronde pregevolissime hanno avuto il suffragio di alcune Accademie. A correggere tali eccessi è sortito ultimamente il Sig. INGEN-HOUZ con una bella Memoria pubblicata nel *Journal de Physique* (t. 33. a. 1788.). Egli con varj argomenti e sperienze non solo viene a combattere vittoriosamente, e a distruggere la troppo grande efficacia in promuovere la vegetazione attribuita all'elettricità atmosferica, ma ci riduce sino a dubitare se v'influisca pur alcun poco.

Ora in tanta disparità di opinioni, e nella incertezza in cui siamo tuttora della cosa, ecco ch'io v'offro un mezzo quanto semplice, altrettanto sicuro, onde accertare se realmente l'elettricità dell'aria influisce, e con qual efficacia sul vegetare e crescere delle piante. Questo mezzo è d'intraprendere delle *sperienze comparate*, coll'indurre nel modo sopradescritto l'elettricità nell'aria di una stanza, e mantenervela ad ogn'ora, e per più giorni in vigore: il che si è veduto quanto sia facile e comodo di praticare. In questa stanza saran collocate in più vasi acconciamente disposti varie pianticelle; ed altre simili piante lo saranno in altra simile stanza, e di egual temperatura, e vi ci verranno governate in tutto egualmente, tranne l'elettricità, di cui a differenza delle prime punto non godranno. Se per cotale elettricità, che potrassi comodamente sostenere a tutte l'ore nella forza di 8. o 10. gradi dell'elettrometro sensibile a paglie, ne avverrà di scorgere uno straordinario sviluppo, un vigore notabilmente più grande nelle piante esposte lungamente a quell'ambiente, potremo con fondamento inferirne, che un simile benefico influsso eserciti eziandio l'elettricità atmosferica sopra le piante della campagna: sebbene a un minor grado, stantechè non è mai di tanta forza, in estate massimamente, eccetto i casi di temporale e di alcune piogge, non è, dico, di tanta forza, non giungendo d'ordinario che a 2. o 3. gradi, e non oltrepassando che rarissime volte i 5. o i 6. l'elettricità dell'aria, che si fa sentire a quell'altezza da terra, a cui giungono gli alberi di mediocre, ed anche di grande portata; per nulla dire delle umili pianticelle, delle biade ec. le quali è pur molto, se colle loro cime toccano a un'aria elettrizzata di 1. grado o 2. Che se all'incontro niun vantaggio, od uno poco considerabile vengano a provarne le piante collocate in siffatto ambiente ad arte elettrizzato, e mantenuto a ben 8. o 10. gradi, sopra quelle lasciate in altra simile stanza digiune di

[1] Indicazione data dal Volta, riferentesi a Br. Bibl. T. V, e corrispondente a pg. 137 di questo Volume.

[Nota della Comm.].

fiamma? Tanto basta, perchè tal conduttore cominci a mostrarsi realmente elettrizzato, producendo segni *permanenti* in un sensibile elettrometro. Questa elettricità sarà, a dir vero, molto debole in questo primo momento, corrispondentemente alla scarsa dose, che il conduttore può acquistarne da quel piccolo volume d'aria, che tocca immediatamente la fiamma, e fa, come dicemmo, corpo con essa: sarebbe quindi poco il guadagno fatto, se l'aria restasse in riposo, nè punto si cambiasse intorno alla fiamma medesima; ma non è così, poichè anzi eccitasi una corrente rapidissima continuata, per via dell'aria

elettricità aerea, concluder dovremo, che nulla o quasi nulla profitino pur anche le piante all'aperto dell'elettricità atmosferica, che di tanto più debole si fa sentire attorno ad esse, come or ora si disse [1].

Tornando all'influsso dell'elettricità sull'umana salute, ognun vede, che più debolmente ancora che sopra gli alberi di mezzana grandezza arriva ad agire l'elettricità atmosferica su' nostri corpi, anche quando passeggiamo in luoghi aperti, sgombri di case e di piante; giacchè in mezzo a queste o a quelle viene ad essere tale elettricità pressochè nulla, e nulla poi affatto nelle camere, ed altri luoghi coperti. Or io non so comprendere come da taluno le si attribuisca tanto d'influenza sull'economia animale, che da essa si vogliano derivare varj sconcerti di salute, non meno che i migliori rimedj. Tutt'al più potrebbe concedersi qualche cosa alla vigorosa elettricità de' temporali, non già alla giornaliera ch'è così blanda; ed anche a quella allor solamente, che uno vi si espone in luogo aperto: e qui pure, siccome l'elettricità dell'aria, quale arriva a farsi sentire sopra la sua testa, appena sarà mai che ecceda i 10. o i 12. gradi (rarissime volte infatti l'ho trovata maggiore anche ne' più forti temporali, sollevando nulla più che all'altezza del mio capo la punta dell'elettrometro atmosferico corredato del solito solfanello acceso); così l'effetto non potrà essere più grande di quello che provasi in una stanza, la cui aria siasi alla mia maniera elettrizzata di altrettanti gradi. Vano è dunque il ripetere dall'elettricità atmosferica quegli spossamenti, quelle doglie e inquietudini, che per le mutazioni di tempo, o massime sovrastando qualche temporale, soffrono le persone deboli, flussionarie, o soggette ad affezioni nervose, quando siffatti incomodi fannosi egualmente sentire entro le stanze, ove non penetra punto cotale elettricità, e all'incontro o non si fanno sentire a chi passa delle ore in un ambiente a bella posta elettrizzato, o l'effetto che ne proviamo è assai diverso da quello che si risente pe' temporali, od altre imminenti mutazioni di tempo.

[1] *In Cart. Volt. E 3 (che è minuta di una parte della lettera del V. al Vassalli, in risposta ad un'altra, Cart. Volt. F 45, del Vassalli al V., in data 24 ottobre 1791) trovasi:*

« ... E qui le richiamerò quello di che cercai altra volta di persuaderla, cioè che l'elettricità naturale dell'aria non è credibile che influisca sensibilmente nella vegetazione delle piante, « essendo essa debolissima e insensibile in molti luoghi ov'esse crescono vegete o floride; debolissima sì, e quasi nulla per le piante umili frappe ad altre più alte, per i piccioli arbusti, « e molto più per l'erbe; eppure questi arbusti, e queste erbe, che dall'aria vicina tanto a terra « non bevono che punto o poco di elettricità, giacchè questa è ivi così debole che il più delicato « elettrometro non ne dà segno alcuno, vegetano a meraviglia, o, quello che fa al proposito, « portano foglie e fiori tinti de' più forti e vivaci colori. Manchi pure l'elettricità, purchè non « manchi la luce solare, non v'è pericolo che divengano le piante o le erbe stremenzite (*etiolées*). « Ma Ella fa un passo più innanzi, e cerca se non potrebbe l'elettricità influire alla miglior vegetazione, e supplire in parte almeno alla luce colorando un pochetto le piante tenute a bella « posta all'oscuro ».

[Nota della Comm.].

estremamente rarefatta dal calore, la quale obbligata con ciò a salire viene incessantemente per legge d'equilibrio rimpiazzata da altrettanta aria, che accorre da tutti i lati. Quest'aria novella venendo pur essa a comunicare alla fiamma, e pel di lei mezzo al conduttore la sua elettricità, è facile concepire, che dee recarvi a ciascun istante sempre nuovi aumenti, fino a che l'elettricità di detto conduttore non sia portata ad un grado eguale a quello che regna nell'aria medesima colà sopra la fiamma, dove cioè giunge il suo vivo calore: il che si compie in pochissimo tempo, per la grandissima affluenza d'aria ad essa fiamma; affluenza, la quale, comechè si renda in più d'un modo manifesta, è tuttavia più grande di quello che comunemente s'immagini. Il conduttore del mio elettrometro portatile, formato d'una verga d'ottone lunga quasi 3. piedi, non ha bisogno d'ordinario, che di 3. 4. o 6. secondi al più per arrivare a quel grado, che lo mette, come s'è detto, al livello dell'elettricità, ond'è animata l'aria che circonda, e sta sopra la fiamma: al quale stato di equilibrio si conosce ch'è pervenuto il mentovato conduttore, allorchè i pendolini dell'elettrometro, cui egli è annesso, han finito di allargarsi, e ritengono costantemente la divergenza già presa fino all'estinzione della fiamma. Ma l'altro apparato a lanterna, in grazia d'avere un conduttore molto più capace, ha bisogno per salire all'indicato termine dell'equilibrio, di circa 2. minuti primi; e corrispondentemente di 6. 8. 10. 15. una boccetta di Leyden, giusta la capacità sua.

Dal fin qui detto si comprende, che un tal giusto equilibrio, e, se si ha riguardo alla capacità del conduttore atmosferico, sì prontamente stabilito, è una conseguenza affatto necessaria primieramente dell'aver l'aria in contatto della fiamma persa la natura sua di coibente onde non ha più quel potere di ritenere l'elettricità, neppur debole all'ultimo segno, che avea prima, e che hanno tutti gli altri corpi *isolanti*; in secondo luogo di ciò che essa aria accorrendo in fretta ed affollandosi attorno a detta fiamma, se ne rinnovano ad ogni istante i contatti. Con ciò anche si verrà ad intendere, che ove si abbassi in un col conduttore la fiamma, quello non riterrà già tutta l'elettricità, che più in alto avea acquistata, bensì a misura che la fiamma entra negli strati d'aria inferiori e meno elettrici, l'elettricità del conduttore mettendosi a livello, val a dire componendosi all'equilibrio con questi, diminuirà con giusta proporzione, e i segni dell'elettrometro s'indeboliranno, fino al divenir nulla quella, ed a cader questi intieramente, allorchè sarà scesa la fiamma ad uno strato d'aria del tutto sprovvisto di elettricità. Volete pertanto conservare nel vostro conduttore e nell'elettrometro annesso l'elettricità, che vi si è infusa ad una data elevazione? Aspettate ad abbassarlo, che sia spenta la fiamma, e il fumo pur anche svanito: allora voi potrete trasportarlo senza perdita, poichè l'aria rimane *isolante*; non già prima quando la fiamma rendendola *deferente*, abilita lo strato inferiore, che non è elettrico, o lo è molto meno,

ad involare l'elettricità al conduttore, non altrimenti che abilitava lo strato superiore a comunicargli la sua più forte. Ecco pertanto come il poter della fiamma di spandere e dissipare nell'aria l'elettricità, è eguale a quello di raccogliernela, e si spiega coi medesimi principj, e siegue la medesima legge, cioè, che il forte riscaldamento, e la circolazione dell'aria attorno alla fiamma riducono ben tosto quest'ultima, in un col conduttore che la porta, all'equilibrio di elettricità con quell'aria medesima, e quindi ad 1. grado, là dove l'elettricità dell'aria è 1. grado, a 2. a 3. dove l'aria ne possiede altrettanti, e finalmente a zero, o lì presso dove è nulla o quasi nulla ancor nell'aria.

Il tempo non mai lungo, anzi per loppù brevissimo, che, come ho fatto vedere, è richiesto a produrre cotal equilibrio di elettricità fra il conduttore innalzato, e lo strato d'aria, a cui giunge il vivo calore della fiamma, non è già il medesimo, qualunque sia questa fiamma, cioè picciola e dèbole, oppure vivida e voluminosa. Egli è troppo facile il comprendere, che una fiamma più grande e più viva, in ragione che eccita una corrente d'aria più ampia^[1] e più rapida, giugnerà più presto a compiere ciò che deve, vi arriverà es. gr. in 3. secondi, in luogo di 6. o 8. che v'impiega una picciola fiamma e assai languida. Questa differenza, come si vede, non è per se stessa di grande importanza, poichè in fine la fiamma debile ed esile porta, quanto la grande e vigorosa, l'elettricità del conduttore atmosferico presso a poco al medesimo grado, sebbene alquanto più tardi: ma che sono mai alcuni secondi di più? La cosa non diviene importante, che nel caso, in cui si voglia caricare una boccia di Leyden, massime se grande: allora una fiamma voluminosa e molto vivace, che, spogliando in un dato tempo una più grande massa d'aria, fornisce più prontamente l'elettricità necessaria alla carica di detta boccia, e non v'impiega che il tempo di 2. o 3. minuti, in luogo di un quarto d'ora, è di un grande vantaggio. Ne ho fatto più d'una volta la prova, che mi ha corrisposto, sostituendo in tempo calmo alla lanterna fornita del solito candelino una grossa fiaccola, od una scodella di pece ardente.

Nell'avanzare qui sopra, ch'una picciola e debol fiamma porta in fin del giuoco l'elettricità nel conduttore atmosferico al medesimo grado, a cui ve la porta, a dir vero più presto, una fiamma grande e vigorosa, ho voluto temperare la proposizione con un *presso a poco*; e ho inteso con ciò di accordare qualche piccolo vantaggio anche a questo riguardo alla fiamma grande sopra la picciola, il qual deriva da che, la corrente d'aria, e il vivo calore sendo portati un po' più alto, vanno a prendere l'elettricità da uno strato d'aria alquanto più animato, e a comporsi in equilibrio con esso. Coerentemente a ciò merita d'esser considerato per qualche cosa anche il vento, se mai tal-

[1] Qui comincia I 33 α, che continua con I 33 β, I 33 γ, I 33 γ bis, I 33 γ ter ed I 33 δ.

[Nota della Comm.].

volta ripieghi, e deprima la fiamma. Ma, di grazia, a quanto può montare la differenza sia per l'una, sia per l'altra delle addotte circostanze? Che può mai fare un piede più o meno di elevazione? Nulla o quasi nulla quanto al grado di elettricità, che il conduttore verrà a contrarre dall'atmosfera: avrete tutt'al più $8\frac{1}{2}$ o 9. gr. invece di 8. gr. Il perchè quello, che già nelle lettere precedenti avanzai come cosa di fatto (a), e che potè sembrare allora paradossoso, cioè che tanto valga presso a poco una picciola fiamma, quanto una grande a raccorre l'elettricità nel conduttore atmosferico, non sembrerà più tale, or che riceve una sì chiara e naturale spiegazione.

In verità io non veggio cosa si possa obiettare a quanto ho esposto fin qui intorno alla ragione e al modo onde la fiamma assorbe sì facilmente, e così presto l'elettricità dell'aria; quell'elettricità debole, e poco tensiva, che altronde essa aria ama di ritenere, e involar non si lascia che a stento, e poco a poco, fintantochè rimane *coibente*, comunque sollecitata venga a disfarsene dalla presenza de' conduttori metallici, ed anche di punte acutissime. Siffatta spiegazione fondata sul cambiamento dell'aria medesima, che riducesi allo stato di buon *conduttore*, e sopra la corrente perpetua eccitata entro al suo seno, effetti, sì l'uno che l'altro, della fiamma, questa spiegazione, torno a dire, mi sembra del tutto soddisfacente; e tanto più, che si applica da se stessa eziandio al fumo de' corpi abbrugiati per avventura senza fiamma; con questa sola differenza, che il calore men vivo, e la corrente d'aria men rapida che tira seco il fumo, non lo rendono di gran lunga così efficace e pronto a tramandare al conduttore l'elettricità debole dell'aria, come la fiamma che per questo capo può dirsi il *non plus ultra*.

Sì, Signore, lo ripeto, nè temo d'insistere troppo su di ciò: niuna elettricità debole o forte, niun corpo fra quelli, che la ritengono il più tenacemente, e durano lunga pezza avanti lasciarsene spogliare, può reggere contro la forza sollecitante e vittoriosa della fiamma: essa è capace di portarsi via presto e bene l'elettricità anche debole all'ultimo grado, e d'involarla, come ad ogn'altro *coibente*, così in ispecie all'aria, e a questa anzi con maggiore facilità, per le ragioni di sopra esposte. Le punte metalliche, la cui virtù a questo riguardo si è tanto vantata, restano in ciò infinitamente al disotto della fiamma; poichè, sebbene attraggano di leggieri l'elettricità forte, punto o poco valgono (come si è veduto) ad attrarne una che sia debole molto, tal che non giungono che in capo a lungo tempo a spogliarne sia l'aria, sia altro corpo *coibente*; laddove la fiamma, come ho mostrato, comincia a ciò fare fin da' primi istanti, e tutto compie colla massima prestezza. Ecco come un conduttore isolato, in cima al quale arde una fiammella ha ben tosto acquistato un grado di elettricità eguale a quello, che anima lo strato d'aria, a cui

(a) Lett. 2. pag. 131. 132. [Indicazione posta dal V. e riferentesi a Br. Bibl. - Nota della Comm.].

giunge il vivo calore di questa fiamma: ciò che fare non può un semplice conduttore quanto si voglia acuminato, il qual non beve realmente, e non s'appropria, almen così presto, l'elettricità dell'aria (eccetto quella che sia forte oltre a un certo grado), e non ne è affetto che conformemente alle leggi delle *atmosferae elettriche*.

[¹] Vi ha ancora un'altra prerogativa tutta propria della fiamma, di cui non debbo lasciar di parlare. Le punte adunque, che non hanno virtù alcuna di assorbire l'elettricità dell'aria, s'ella è assai debole (come suol essere d'ordinario, eccettuati i temporali, ne' bassi strati dell'atmosfera, e il più delle volte anche ad un'altezza considerabile), non l'hanno neppure per qualsivoglia elettricità più forte, se non in quanto si trovan nude e sporgenti dal corpo a cui appartengono. Coprite una punta metallica, rinchiudetela, o involgetela comunque con altri corpi, senza pure che la tocchino, in modo soltanto, che più ella non risalti; vedrete, che già più non giuoca come punta, che non ha più alcuna virtù di attrarre l'elettricità, come se neppure vi fosse tal punta. La cosa è ben diversa colla fiamma, la quale rinchiusa in una lanterna, o in altro modo, sol che vi abbia ingresso e uscita l'aria (senza di che neppure si manterrebbe viva essa fiamma), attragge l'elettricità, e se n'imbeve, non altrimenti che se rimanesse all'aperto, siccome mostrano le mie sperienze fatte appunto coll'apparecchio a lanterna descritto nella lettera precedente. La ragione di ciò si presenterà da se medesima a chi vorrà riflettere un momento alla spiegazione già data, a cui serve di una chiara conferma. Non abbiain noi mostrato, che tutto dipende da un giuoco dell'aria, la quale con perpetuo moto accorre alla fiamma, e meschiandovisi in parte, e in più gran parte lambendola, vi diviene pel forte calore, che ne contrae, da *coibente* che era, un ottimo *deferente*, atta perciò a deporvi l'elettricità sua? Se ciò è, come non v'ha più luogo a dubitarne, tosto che l'aria ha accesso alla fiamma nella lanterna, e circular vi può, non si ricerca dippiù.

A compire il confronto tra la virtù della fiamma e quella delle punte, non sarà inutile trattenerci anche un poco a considerare un conduttore atmosferico senza fiamma, il quale regnando nell'aria la solita elettricità più o men blanda (fuori cioè de' temporali, di qualche rovescio d'acqua, o caduta di neve, in cui sorga a straordinaria forza) risente semplicemente *l'azione dell'atmosfera elettrica*. Siffatto conduttore non lascia, abbenchè nulla gli s'infonda realmente di quella elettricità che domina nell'aria o serena, o nebbiosa, o nuvolosa, in cui trovasi immerso, non lascia di darci dei segni, sovente molto sensibili, e proprj a indicarne non solamente l'esistenza, ma ben anco la specie dell'elettricità, che vi regna: testimonio le belle sperienze di CAVALLO,

[¹] Quanto segue, da questo primo capoverso al successivo, manca in H copia 3, mentre appare brevemente riassunto in margine alla pg. 4 di I 32 β bis. [Nota della Comm.].

di SAUSSURE ecc. coll'elettroscopio atmosferico portatile, delle quali ho parlato nella lettera 2. (a). Ma questi segni, puri effetti dell'azione di cotal atmosfera elettrica, di un'elettricità *accidentale*, o, com'altri dicono, di *pressione*, restano molto al dissotto del grado di elettricità *reale*, che ha l'aria colassù, dove arriva la punta del conduttore, e non rappresentano per conseguenza la forza vera, il giusto grado di cotesta elettricità; come ne viene rappresentato puntualmente dal medesimo elettroscopio, allorchè coll'ajuto della fiamma non risente solo, ma bee effettivamente e s'appropria l'elettricità, fino al segno di ridursi ad un perfetto equilibrio con essa aria, come ho diffusamente spiegato. Siano es. gr. i segni di codesta elettricità contratta e imbevuta realmente dall'elettroscopio mercè della fiamma, portati a 6. o 8. gradi, non si avranno più, ove manchi la fiamma, e quindi non abbia luogo la reale trasfusione dell'elettricità, ma la sola azione dell'*atmosfera elettrica* si faccia sentire, e occasioni soltanto l'elettricità *accidentale* ossia di *pressione*, non si avranno più che 2. o 3. gradi. Or quale delle due maniere di esplorare l'elettricità dell'aria vuol dirsi che sia la più giusta? La cosa parla da sè, se, come abbiám veduto, segni molto scarsi e manchevoli ne dà il conduttore atmosferico senza fiamma, e colla fiamma solamente ce li procura adeguati e pieni.

Per ben intendere il qui sopra esposto, il come cioè e il perchè i segni della semplice *elettricità di pressione*, o come io dico, *accidentale*, debbano essere incomparabilmente più deboli nel medesimo elettroscopio sollevato a pari altezza in aria, di quello sono allorchè per l'intervento della fiamma l'elettricità vi s'infonde *realmente* e con piena libertà, basta fare riflesso alla lunghezza, quantunque mediocre, della sua verga metallica, e concepire, che una parte solamente di questa, cioè la superiore è immersa nello strato d'aria sensibilmente elettrico, di maniera che tutto il resto non è punto affetto immediatamente, o lo è meno. Ciò posto egli è troppo naturale, che una tale elettricità di *pressione* diminuisca d'intensità in ragione che il conduttore dà più luogo al fluido smosso di espandersi, ossia in ragione che il conduttore medesimo è più grande e più capace. Questa spiegazione già chiara da sè, può confermarsi con una facile sperienza: presentate un bastone di vetro o di ceralacca convenientemente eccitato all'estremità or d'uno, or d'altro conduttore di varia lunghezza, fornito ciascuno all'estremità opposta di un pajo di sottili fili di lino, od altri pendolini che faccian officio di elettrometro, presentate, dico, il bastone elettrico al capo nudo di tali conduttori in debita distanza, tal che l'elettricità non abbia a trasfondervisi (oppure l'elettricità impressa al corpo coibente sia debole a segno, che comunicare non si possa neppure a piccolissima distanza), osserverete, che la divergenza di detti fili

(a) Vegg. Vol. II. p. 123. e 125. [1].

[1] Questa citazione, e quelle che seguono, si riferiscono a Br. Bibl. [Nota della Comm.].

o pendolini non riuscirà la medesima per ognuno di que' conduttori, adoperando pure nella stessa maniera, e alla stessa distanza, ma minore secondo che sono più lunghi; e in nessuno, neppure nel più corto, sarà la divergenza quanta dovrebbe essere, se l'elettricità vi si trasfondesse realmente, oppure se l'atmosfera involgere potesse per egual modo tutto quanto il conduttore, come addiviene nel *pozzo elettrico*.

Che poi? se mostrerò, che sprovveduto il conduttore atmosferico della fiamma, spesse volte non manifesta neppure quel grado di elettricità, che dovrebbe in virtù dell'*atmosfera attuante* manifestare, e che i suoi segni sono quindi manchevoli per doppia maniera? Ciò accade qualunque volta l'isolamento di detto conduttore si trovi imperfetto, come quando nell'elettroscopio portatile un umido velo s'attacca alla boccetta: e questo come impedirlo, allorchè sperimentando si tiene esposta essa boccetta lungo tempo all'aria umida, alle nebbie ec.? Per tale imperfetto isolamento il fluido elettrico smosso nel conduttore atmosferico al primo alzarlo, e addensato, se l'elettricità dominante è *positiva*, nella parte inferiore di lui, non rimane ivi, come si vorrebbe, confinato, ma scappa fuori ben presto, in modo che i pendolini non divergono quanto dovrebbero, o seppure il fanno nel primo momento, aprendosi e. g. di 5. gradi, tosto, e già prima che l'occhio possa ben fissarne il punto, cadono a 2. gr. ad 1. e in breve anche a zero. Fin quando l'isolamento è il migliore possibile, non potendo mai essere in rigor di termine perfetto, vedesi ad occhio un cotal decadere, sebben lento, di detti pendolini. L'elettricità dunque *accidentale* o di semplice *pressione* non può a lungo sostenersi; nè si rimette più, tolta che sia, come nelle lettere precedenti ho in più luoghi spiegato (a): dove altresì ho mostrato, che per questa ragione tace l'elettricità ne' conduttori Frankliniani anche più alti, ma stabilmente elevati, quando pure si manifesta ne' molto men alti, ne' portatili, che in quel momento solo dell'esperienza, o a riprese si sollevano nell'atmosfera: dico a *riprese*, per indicare come, spenti affatto i segni nell'elettroscopio innalzato, sia per qualche toccoamento, sia per isolamento guasto, sia finalmente per lunghezza di tempo, si fanno quelli risorgere, mercè di abbassare ed inclinare fino a toccar la terra il conduttore, e indi rialzarlo come prima: conforme a quanto ne ha insegnato il Sig. DI SAUSSURE, che codesta maniera di esplorare l'elettricità atmosferica, e il come per semplice *pressione* si abbiano i segni nell'apparecchio, ha così bene descritto e spiegato (b).

Ma v'è dippiù ancora. L'apparato atmosferico sprovveduto di fiamma non solamente resta molto addietro nella forza dei segni da quel grado di elettricità, che regna nello strato d'aria, a cui giunge colla sua testa quanto si voglia

(a) Vol. II. p. 139. Vol. III. p. 101. seg.

(b) Consultisi l'Op. cit., e il Vol. II. di questa Rac. p. 138. seg.

acuminata; ma questi segni possono (che è peggio assai) divenire fallaci, e trarci in errore sullo stato dell'elettricità, sui cambiamenti a cui soggiace, e fin sulla specie della medesima; facendo comparire e. g. che si debiliti o che s'accresca, quando non sarà nulla di ciò, oppur anco sarà il contrario; accusando un'elettricità *negativa*, quando domina tuttavia la *positiva*, affievolita soltanto ec. Intorno a che, per non estendermi di vantaggio, richiamo i soli casi, che ho già nella lettera precedente arrecati (*a*), onde comprovare appunto, che il conduttore atmosferico senza fiamma è per se stesso infedele, e che può non di rado ingannare con un linguaggio equivoco o falso.

Ora a nessuno dei tanti inconvenienti annoverati va soggetto il conduttore atmosferico, sol che porti in cima la fiamma, mercecchè nè in lunghezza di tempo può affievolirne i segni di elettricità, la quale di continuo vi s'istilla dall'aria; nè spegnerla alcun tocco in guisa, che non risorga intiera, cessato il tocco; nè lo stesso cattivo isolamento dell'elettroscopio, o di qualsiasi altro sostegno pregiudicarla molto, quando più di quella dose di elettricità, che il conduttore dissipa per questa parte, gli se ne rifonde incessantemente dall'aria per intervento della fiamma. Quindi è, che il cattivo isolamento fino a un certo segno, non fa gran male; val a dire non toglie che l'elettricità sorga nell'elettroscopio a quel grado presso a poco, che possiede l'aria circostante la fiamma in alto; e che solo un'isolamento più che cattivo, che appena può dirsi isolamento, guasti l'esperienza.

A conchiudere, ed a restringere in poco il molto, che in questa e nelle antecedenti lettere son venuto esponendo, eccovi, mio Signore, i principali capi, a cui si riducono i vantaggi della fiamma sopra le punte nell'importante oggetto di esplorare l'elettricità atmosferica. 1. Per mezzo della fiamma si hanno segni del doppio, e quasi del triplo più grandi; onde rendesi spesso sensibile quell'elettricità, che altrimenti nol sarebbe. 2. Questi segni rappresentano al giusto la forza di elettricità, che regna nello strato d'aria, a cui facciam giungere la fiamma, ne danno cioè il vero e preciso grado (come avea accennato già nella lettera precedente (*b*), e in questa ho diffusamente spiegato), e ciò anche in mezzo a qualche imperfezione dell'apparato; onde l'esperienza è ognora più fedele e più sicura. 3. L'elettricità anche debole all'ultimo segno s'infonde realmente nel conduttore dall'aria, che di continuo accorre alla fiamma; ed è perciò non *accidentale*, non labile, come l'elettricità di semplice *pressione*, ma *reale*, e in certo modo *indeficiente*; il che dà luogo a diverse sperienze rilevantissime, a quelle col condensatore ec. che nell'altro modo, cioè se il conduttore atmosferico portatile non è munito della fiamma, non si possono eseguire. 4. Per conseguenza di questo suggerire realmente che fa

(*a*) Pag. 115. seg.

(*b*) Vol. III. pag. 91. e 117.

il conduttore l'elettricità dell'aria, fino a comporsi in equilibrio con essa, non si dà luogo mai a errore riguardo alla specie di lei, *positiva* o *negativa*, ed ai cambiamenti, che spesso soffre ne' tempi di pioggia, e più di temporale: non si dà luogo, dico, ad errore, ove questi cambiamenti sian graduati e lenti, come il più delle volte avviene, ed anche ove sieno rapidi e facciansi quasi per salto; rimanendo soltanto qualche incertezza quando il passaggio dall'elettricità *positiva* alla *negativa*, e da questa a quella si replica più volte in meno di quel tempo, che è richiesto a distruggersi l'una, e prender piede l'altra elettricità contraria nel conduttore atmosferico, con tutta la fiamma, che la real trasfusione ne promove: in meno es. g. di un minuto, se si adopera l'apparato a lanterna, che porta un conduttore assai capace; e di 4. in 5. secondi, se il picciolo apparato portatile si adopera.

Mi resta ora, innanzi finire questa lettera, di aggiugnere alcuni necessari schiarimenti. Ho detto, e ho ripetuto più volte, insistendo molto su questo punto, che i migliori conduttori, e fino le punte metalliche non giungono col lor contatto a spogliare interamente di elettricità l'aria, nè gli altri corpi *coibenti*, i quali la ritengono tanto più ostinatamente, quanto essa elettricità è più debole, e meno quindi si sforza di svincolarsi. Ho però accennato in più d'un luogo, e con termini espressi dichiarato, singolarmente laddove ho parlato nella lettera precedente dei gran conduttori molto elevati (*a*), che una tale ritenzione di elettricità è limitata, come negli altri isolanti, così specialmente nell'aria. Non ostante siffatta dichiarazione, che modifica i termini troppo assoluti, di cui potessi essermi servito altrove, credo non inopportuno il ritornare su questo punto, e spiegare qui più accuratamente la cosa, ponendola nel suo giusto aspetto, a scanso di qualunque equivoco, o dubbio che nascere potesse.

Adunque quando io dico, e sostengo, che presentata una punta metallica all'aria moderatamente elettrica, questa non comunica punto della sua elettricità a quella, intendo parlare di una comunicazione, o a meglio dire trasfusione istantanea, o molto rapida almeno; giacchè se si tratta di una più o men lenta, che si faccia pressochè insensibilmente, convengo ch'ella ha luogo non solo allorchè l'aria elettrizzata, od altro corpo *coibente* al par di essa, e più di essa, si provoca e sollecita con delle punte metalliche, ma eziandio provocando tal corpo, o l'aria medesima con conduttori lisci non puntuti, e sì anche con conduttori men perfetti.

Per farsi un'idea giusta della cosa convien riflettere, che nè la natura di *coibente*, nè a più forte ragione quella di conduttore imperfetto, impediscono assolutamente il passaggio del fluido elettrico da uno di tali corpi all'altro, allorchè il rotto equilibrio lo esige, ma ne lo rendono difficile, e lo

(a) Vol. III. p. 99. seg.

ritardano soltanto: ritardo, che va bene spesso ad ore, a giorni, a settimane, prima che detto equilibrio si ristabilisca intieramente tra due corpi *coibenti* posti al contatto, e sì anche tra un *coibente* e un buon *conduttore* parimenti contigui: del che abbiamo una prova ben sensibile nell'Elettroforo, la cui faccia resinosa ritiene ancora non poco dell'elettricità una volta impressale, malgrado l'essere stata toccata e ritoccata dal suo *scudo* o piatto metallico superiore, e averselo finanche portato indosso più e più giorni. Così anche un pezzo di zolfo, un bastone di ceralacca ec., eccitati collo stropicciamento, o in altra guisa, si mostrano tuttavia elettrici, comunque a un debole grado, dopo lunghissimo riposo, dopo che furon lasciati parecchi giorni involti in carta, od anche in fogliette metalliche. Queste sperienze son tanto note, che mi basta indicarle. Note sono parimenti, e più celebri e belle le altre delle calze, e nastri di seta, i quali elettrizzati, ed applicati in piano ad una lastra di vetro, ad un tavolo, al muro, ad una lamina metallica, non vi depongono tutta l'elettricità, e durano a starvi aderenti, se non de' giorni, delle ore molte o poche, secondo che l'aria della stanza, ed essi corpi sono più o meno asciutti. Quello per avventura tra i corpi *coibenti*, che conserva men lungamente l'elettricità impressagli, si è il vetro, e certi vetri singolarmente, non durandovi d'ordinario, cioè se l'aria non è asciutissima, l'impressa virtù, che pochi minuti: parlo del vetro nudo, non dell'armato per l'esperienza di Leyden, che è altra cosa. Ad ogni modo anche il vetro soffre, come si vede, un notabilissimo ritardo a spogliarsi dell'elettricità, in paragone de' conduttori, che tutta quanta se la lasciano involare, e all'istante, dal contatto di altri conduttori comunicanti col suolo.

Or venendo all'aria, che tra i *coibenti* pure si annovera, dessa non si mostra nè così tenace dell'elettricità concepita, come il solfo e le resine, nè così poco come il vetro: la ritiene però delle ore (a), a l'un di presso quanto le sete; e la riterrebbe assai più, se si ritrovasse del tutto pura, e secca a dovere, onde poter dirsi un *coibente* perfetto: al che pure si ricerca nella medesima una conveniente densità. Altronde lo stato suo fluido, che le permette di contrarre anche internamente l'elettricità, d'imbeversene in tutta la massa (a differenza dei *coibenti* solidi, ne' quali alla sola superficie può l'elettricità affiggersi), la rende per egual modo più atta a versarla fuori, e a spogliarsene; molto più poi ove la forza di essa elettricità, e la presenza di una punta giungano ad eccitare in seno a codest'aria quel *venticello elettrico*, di cui in questa lettera ho fatto parola.

Ma di tal forte elettricità, e di tal venticello, mercè di cui le punte metalliche traggono a sè con tanta prestezza, e sì agevolmente l'elettricità, che poco allora la cedono alla fiamma, non ci proponiamo di parlare qui di nuovo, chè

(a) Veggasi una bella prova nella nota pag. 101. di questo volume. [Indicazione del V. riguardante Br. Bibl. T. V, e corrispondente a pg. 145 del presente volume. — Nota della Comm.].

altro è il nostro scopo. Ciò che abbiamo in vista è l'elettricità debole, quella blanda elettricità, che suol regnare nell'atmosfera a piccole o mediocri altezze da terra: e di questa torniamo a dire, che se un conduttore terminante semplicemente in punta non vale ad attrarla e ad imbeversene tosto, fino al punto dell'equilibrio, la sola fiamma essendo da tanto; non lascia peraltro di succhiarne a poco a poco, e con estrema lentezza qualche picciola dose, come già parlando nell'altra lettera de' conduttori Frankliniani molto elevati (a) ho fatto rimarcare, mostrando come in termine di un quarto d'ora, e meno ancora si può raccogliere in una picciola boccetta di Leyden tale quantità di elettricità, che col *condensatore* arrivi a rendersi sensibile. Or qui aggiungerò, che cotesto istillarsi dell'elettricità dell'aria nel conduttore atmosferico, oltre all'essere sommamente lento, a fronte di quello che accade allorchè v'interviene la fiamma, non si può dir neppure che si faccia per la punta più che per tutto il resto della superficie di esso conduttore: tanto è vero che una punta, ove non ecciti il *venticello elettrico*, a nulla vale. Io mi sono assicurato di ciò, sostituendo alla punta del conduttore atmosferico una palla; con che ottenni nè più nè meno, innalzandolo come per l'addietro, gl'istessi segni di prima. L'elettricità dunque (parlo sempre della debole) si depone poco a poco dall'aria nel conduttore per tutti i punti di contatto: intendasi di quella parte di esso conduttore, che s'immerge nell'alto strato elettrico; e secondo che più addentro s'immerge [1].

(a) Vol. III. p. 79. segg.

[1] *Sopra osservazioni, compiute in tempo di nebbia con l'elettrometro atmosferico, si sofferma il V. nell'ultima parte di H 13, che qui si pubblica.* [Nota della Comm.]

Cart. Volt. H 13.

Elettricità atmosferica.

Il giorno 26. Gen.º 1788. essendo sopravvenuta a vari giorni sereni nebbia fin dalla sera innanzi, e divenuta densa, e un poco odorosa la mattina, e più verso il mezzo giorno, l'elettricità atmosferica si mostrò fortissima: (nel basso giardino di casa Dossi l'elettrometro sensibile a pagliette lunghe 2. pollici) sormontato d'una verga puntuta di 2. piedi e tenuto dinanzi agl'occhi marcò da 5. gradi, ossia 5 mezza linee; e col solferino acceso in cima 12. in 13. (Senza nebbia a ciel sereno il solito è 3. 4. o 5. gradi col solferino, e punto o poco senza; la sera dippiù, e qualche volta il doppio).

Sulla terrazza dell'Osservatorio Meteorologico dell'Università (ho trovato che sulle garritte del bastione è presso a poco lo stesso) ebbi senza fiamma 36. in 38. gradi, e col solferino acceso 80. (dovetti perciò servirmi di un altro Elettrometro men sensibile a paglie del doppio più corte, e assai più grosse e pesanti per un fil di rame che le investe fin oltre la metà di loro lunghezza, i gradi del quale elettrometro valgono quattro dell'altro più sensibile: or dunque ebbi 20. gr. di tal Elettrometro grossolano = 80. del delicato.

Vollì vedere se, e quanto di elettricità bevea la punta senza fiamma in quell'atmosfera sì fortemente elettrica.

All'angolo della terrazza ove l'elettricità infondendosi realmente e pienamente al condut-

Quello, che dico di un conduttore Frankliniano molto elevato, ha luogo a proporzione anche per i meno alti, e fin pel nostro elettroscopio atmosferico portatile levato a pochi piedi solamente da terra: in questo pure qualche poco di elettricità si depone dall'aria a lungo andare, come ho accennato già in più d'un luogo (a); ma è ben raro, che vi se ne raccolga tanto da divenir sensibile a dirittura, senza cioè ricorrere alla boccetta di Leyden, e al condensatore. Quando, come d'ordinario a ciel sereno, non marca cotesto elettroscopio, armato della semplice verga metallica senza la fiamma in cima, più di 3. 4. 6. gradi di elettricità *accidentale*, o *di pressione* (che coll'ajuto della fiamma monterebbero a 8. 10. 15. di elettricità *reale*), distrutta per via di qualche tocco cotal elettricità *accidentale*, e caduti i pendolini, ho bello aspettare, che si riaprano; essi nol fanno, che di qualche mezzo grado, o d'un grado al più, alcuni minuti dopo; e ciò neppure, se l'isolamento di tal elettroscopio non è perfettissimo, se è tale per cui si perda mano mano anche quel pochissimo di elettricità che in tal tempo va dall'aria deponendosi nel conduttore. Quando poi per qualche nuvola temporalesca, od altro accidente, l'elettricità dell'atmosfera sia forte al segno di far salire i pendolini dell'elettroscopio, senza l'intervento della fiamma, a 15. 18. 20. gradi (che colla fiamma arriverebbero a ben 40. o 50.), distrutta similmente con tocamenti quell'elettricità, che è pur anco *accidentale*, si farà luogo a subentrarvi la *reale*; ma adagio tuttavia, e in sì poca quantità anche a capo di alcuni minuti, che non

tore per mezzo della fiamma segnava 80. gradi, e senza fiamma sol 36. in 38., chiaro segno, che non si trasfondea egualmente per mezzo della sola punta, toccato col dito il conduttore onde distruggevasi cotesta elettricità tanto reale che di pressione, e quindi ritirato il dito non risorgeva già tutta l'elettricità di prima, come allorchè v'è la fiamma in cima, ma 4. in 5. gradi al più, e questi anche lentamente. Quanto dunque mai cede la virtù conduttrice delle punte metalliche a quella della fiamma? Ella è 16. volte minore in un'aria anche umidissima: nell'aria secca coibente ella è di gran lunga minore ancora.

Abbassando l'Elettrometro, o portandomi in dentro della terrazza più vicino alla porta, l'elettricità si faceva sentire gradatamente meno. Ora quando colla punta senza fiamma io osservava 20. gradi (che montavano poi a 50. circa coll'aiuto del solferino acceso), tale elettricità non operava che per *pressione*, nè s'infondeva punto, almeno immediatamente, poichè toccato il conduttore per far cadere le paglie, queste ben lungi di riaprirsi tosto, giacciono lunga pezza inerti. A lungo andare gli è vero l'elettricità s'infonde nel conduttore, e ne dà segno le paglie ove mantengasi bene l'isolamento; ma non già per virtù della punta vi s'infonde, bensì perchè l'aria cotanto umida, e quindi cattivo coibente depone poco a poco nel contatto della verga conduttrice la sua elettricità, come la va deponendo negli alberi, nella casa, sul suolo.

La virtù propria pertanto delle punte di bere in fretta l'elett.^a dall'aria è nulla quando cotesta elett.^a non ha maggior forza di 30. gradi, comunque sia l'aria soprasatura di umido, e perciò molto meno coibente; che sarà poi quando sia secca? Egli è pertanto inutile che la verga dell'Elettrometro termini in punta, e fora anzi meglio che presentasse in cima larga superficie.

(a) Vol. II. p. 138. e Vol. III. p. 99,

che agguagliare i 40. o 50. gradi, resterà molto addietro pur anco dei 18. e dei 15. e giungerà appena a 4. o 5.

Ma che avverrà lasciando sussistere nell'elettroscopio atmosferico innalzato quella qualunque elettricità *di pressione*, ch'ei risente, senza distruggerla cioè con alcun toccamento? Lascerà per questo d'infondervisi la *reale*? Non già; ma più a stento penetrerà, e in più scarsa dose ancora, incontrandovi per parte di tal elettricità *accidentale*, che esercita pur essa una corrispondente *tensione*, non picciola resistenza. Intanto da questo o quel luogo, ove l'isolamento del conduttore trovasi men perfetto, scapperà fuori per avventura maggior quantità di elettricità, che non è quella, che a sì grande stento, e sì lentamente vi s'infonde dall'aria. Che però, anzichè aprirsi viemmaggiormente i pendolini col tener l'elettroscopio innalzato lungo tempo, andranno essi sensibilmente decadendo (come infatti si osserva), affievolendosi per un inevitabile disperdimento l'elettricità stessa *accidentale* o *di pressione*, più di quello ristorare si possa per ciò che di *reale* elettricità vi s'aggiunge successivamente dall'aria cotanto pigra a scaricarsene.

In quella maniera che l'aria depone più o men lentamente, ma pur finalmente depone parte della sua elettricità, avvegnachè debole, ne' conduttori metallici da noi elevati a bella posta per rubargliene, e ciò comunque sian questi poco acuminati, o non lo sian punto, come si è veduto; nella stessa maniera va pur deponendola in altri conduttori più o meno buoni, sian angolari, sian piani, che incontra naturalmente, cioè alberi, fabbriche, e altre prominente. Questi corpi rubano più o meno dell'elettricità aerea, secondo l'ampiezza del lor volume, l'elevazione in cui si trovano, e la lor natura *deferente*: in difetto di essi anche la pianura, e le rase campagne ne portan via la loro parte; nè già nel solo strato d'aria contiguo avviene cotal perdita di elettricità; ma va mano mano estendendosi ai vicini; con molta lentezza, se l'aria è tranquilla; con minore s'ella è agitata in modo, che si rimescoli uno strato coll'altro. Ecco perchè vicino a siffatte eminenze, alle case, agli alberi, nelle valli anguste, tra le muraglie di una corte, o di un giardino men ampio ecc. i segni dell'elettroscopio atmosferico riescono incomparabilmente più deboli, che in luogo aperto e libero, fino ad essere talvolta insensibili anche coll'aiuto della fiamma, se non si ricorre inoltre al condensatore: ecco perchè riescono del pari deboli e insensibili cotesti segni eziandio in mezzo di una rasa campagna, e fin sulla sommità di una collina, se si tiene l'elettroscopio troppo vicino a terra, ove l'aria è spogliata quasi per intiero di elettricità. Ma perchè non si spoglia alla fine tutta strato per istrato nell'ampio seno della terra? La ragione è, che se ne produce ognor di nuova da nuovi vapori, che salgono ecc.

Allorquando l'aria, per essere molto umida, si trova poco isolante, ben si vede che verrà a deporre con minore difficoltà, e men lentamente la sua elettricità, comunque debole. Ad ogni modo non la depone ancora nel con-

duttore puntuto o non puntuto del nostro elettroscopio atmosferico con quella prestezza che richiederebbersi per far salire, distrutta a bella posta l'elettricità *accidentale* di 6. 8. 10. gradi per es., la *reale* neppure a 3. gradi. E qui ancora, se vogliasi lasciar sussistere quella prima elettricità *di pressione*, schivando di toccare il conduttore, non andran già rinforzandosi col tempo i segni dell'elettrometro, e crescendo la divergenza de' pendolini, ma decaderanno anzi a vista d'occhio; tanto più che l'umidità nuoce sommamente all'isolamento dell'apparato, e lo distrugge affatto, se troppo a lungo vi rimanga questo esposto.

Che se l'aria finalmente sia sopraccarica di vapori, regnandovi fino a terra folta nebbia, e più se ne distillino minute gocce, e più ancora se sia rotta da vera pioggia, o da neve; non essendo più allora l'aria sola, che comunica al conduttore atmosferico l'elettricità, ma sibbene i fiocchi di neve, e le gocce d'acqua, sostanze *deferenti*, ne verrà che esso conduttore contragga da quelli in più breve tempo una dose sensibile di elettricità, la quale anche distrutta coi tocamenti risorgerà ben tosto. Con tutto ciò fia questa ancora molto inferiore in forza a quella dello strato d'aria, a cui giunge la punta di detto conduttore, a quella in somma ch'ei contrarrebbe, se in cima vi brillasse la fiamma. Ho fatto più volte queste sperienze, pioviendo e nevicando, sì col picciolo apparato portatile, che coll'altro a lanterna (il quale non può essere più comodo per simili tempi); ed ho confrontato i segni che otteneva adoperando la fiamma, e sopprimendola: or quando coll'intervento della fiamma i segni elettrici salivano es. gr. a 20. 30. 40. gradi, e, distrutti con qualche tocco, si rimetteano in men d'un minuto allo stesso segno; senza la fiamma, fosse pur densa la pioggia o la neve, arrivavano a stento alla metà, cioè a 10. 15. 20. gr., e distrutti non si rimettevano che a capo di più minuti. Che se piccola era la pioggia, e rari i fiocchi di neve, molto più bassi ancora si teneano i segni elettrici, a 4. 6. 8. gradi solamente. Se poi non vi avea che nebbia, comunque folta, purchè non istillasse in gocce, appena 2. o 3. gradi si otteneano; in tempo che facendo giuocare la fiamma, sorgeva l'elettricità alla sopra indicata forza di 20. 30. 40. gradi.

Convien dunque anche in questi casi di aria estremamente umida, di nebbia, di pioggia, di neve, non altrimenti che per quelli di aria serena e asciutta, se si vogliono ottenere dei segni forti, se si vuole far acquistare al conduttore atmosferico un'elettricità *reale* così forte come quella dello strato d'aria a cui s'innalza, conviene armarlo del zolfanello acceso, o di un'altra fiamma: senza di che l'esperienza è troppo meschina, e l'espressione dell'elettrometro *difettiva*, nel senso che ho spiegato.

Ora da ciò che abbiám veduto si fa evidente, che l'aria carica di nebbia la più densa, l'aria rotta da spessa pioggia, non è per anco un conduttore, che possa dirsi buono; giacchè con qualche stento ancora depone l'elettricità

ne' corpi *deferenti* che le si presentano, e non se ne spoglia intieramente negli ampj contatti colla terra, cogli alberi, e colle prominenze, sussistendo per ore e giorni. È però vero, che in assai maggiore copia, e molto più presto vi se ne scarica, che quando non è nè piovosa, nè nebbiosa, o la nebbia è alta dal suolo.

Per la qual cosa se consideriamo, che con tutta questa copiosa e continua scarica negli alberi, nelle case, nell'ampia faccia della terra, cui involge e umetta, la nebbia, anche dopo che ha durato più ore, e talvolta de' giorni intieri, pur ne si mostra così fortemente elettrica, che sorpassa di gran lunga la solita elettricità di ciel sereno, come in più luoghi ho accennato dietro le sperienze di RONAINÉ, di HENLEY, di CAVALLO (a), di SAUSSURE (b), e d'altri, e dietro le mie, che ho in succinto riportate in fine della lettera precedente; se, dico, consideriamo, che la nebbia, malgrado tali e tante perdite, mantienisi tuttavia ricca di elettricità, e sempre di elettricità *in più*, stupir dovremo, e concludere, che grande oltre ogni credere, e immensa sia la copia di fluido elettrico, che i vapori condensandosi in nebbia spremono, per così dire, dal loro seno, e che per tal guisa divien ridondante. Or che sarà, se tal condensazione di vapori accada in alto, e formi l'ammasso nebuloso lungi da terra, ed isolato da ampio strato d'aria non molto umida? A quale forza non salirà l'elettricità in questo nuvolo, che non può, come le basse nebbie, alleggerirsi di continuo della strabocchevole dose di fluido elettrico? Ad una forza, che non è concepibile. Non fia dunque meraviglia, che tenti in altre guise più strepitose lo sfogo, tuonando, fulminando ecc. Ma non voglio qui entrare in questa materia, su di cui avrò a trattenermi, o mio Signore, nelle altre lettere consecutive. Or è tempo di por fine alla presente.

Sono ecc.

(a) Vegg. le Trans. Filos.

(b) Op. cit.

LXXXIX (E).

CONTINUAZIONE DELLE LETTERE

DEL SIG.

DON ALESSANDRO VOLTA

SULLA

METEOROLOGIA ELETTRICA

LETTERA QUINTA.

20 Agosto 1787. — Novembre, Dicembre 1788.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Bibl., T. VI, novembre, dicembre
1788, pg. 137.
Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 199.
Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: I 32 γ; K 6; E 3.
Univ. Bibl. di Gottinga.
Cart. Volt.: H copia 4.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Bibl.

DATA: H copia 4 porta la data 20 agosto 1787, mentre la « *Lettera quinta* », che qui si pubblica, comparve nel T. VI, Br. Bibl., uscito in data: « novembre, dicembre 1788 ».

Br. Bibl. « Lettera quinta »: è una memoria in forma di lettera diretta al Lichtenberg, nella quale il V., dopo di aver discusso, con prudenti riserve, intorno alla possibilità dell'applicazione delle fiamme ad attenuare, o dissipare in alcuni casi, l'elettricità non furiosa dei temporali, pone in luce la mancanza nei popoli antichi di conoscenze sulla meteorologia elettrica, ed in particolare sulle proprietà delle fiamme e delle punte.

Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799: vedasi la nota di frontespizio nelle « Osservazioni » a pg. 29 di questo volume.

H copia 4: è la copia di una lettera redatta in francese, realmente inviata dal V. al Lichtenberg, in data 20 agosto 1787, di cui l'originale trovasi presso la Univ. Bibl. di Gottinga. H copia 4, salvo un poscritto che esso presenta alla fine, è completamente assorbito dalla « *Lettera quinta* » Br. Bibl.

I 32 γ: questo Mns. (che a pg. 2 porta l'indicazione autografa di « *Lett. 4.^e* », da metà pg. 2 a tutta pg. 4, si presenta come una minuta autografa di H copia 4; esso manca però del poscritto che si trova alla fine di H copia 4.

E 3: trovasi pure citato al precedente N° LXXXIX (D); qui si richiama nuovamente perchè contiene parti che riguardano il contenuto della seconda metà della « *Lettera quinta* » Br. Bibl.

K 6: trovasi pure citato al N° LXXXIX (C): esso è la redazione autografa di un discorso tenuto dal V. all'Università di Pavia il 9 maggio 1788, « *sopra un più comodo apparato per esplorare la blanda elettricità atmosferica e l'applicazione che potrebbe farsi della fiamma per dissipare quella furiosa de' temporali* ». Mentre la prima parte di K 6 si riferisce ad argomenti svolti nella « *Lettera terza* » Br. Bibl., la seconda parte è la traduzione letterale di I 32 γ, arricchita di notevoli aggiunte che la rendono quasi eguale alla « *Lettera quinta* » Br. Bibl., dalla quale la seconda parte di K 6 è completamente assorbita.

LETTERA QUINTA

Fin qui, mio Signore, esaltando il gran potere della fiamma, la sua virtù incomparabile di succhiare l'elettricità qualunque sia dall'aria, e tramandarla a' conduttori contigui, non ne ho fatto l'applicazione che alle sperienze dirette ad esplorare o coll'Elettrometro atmosferico portatile, o con altro apparato l'elettricità di ciel sereno, quella delle nebbie, delle piogge, e sibbene de' temporali; e ciò al solo ed unico fine di fare delle osservazioni, che servir possano ai progressi della Meteorologia elettrica. Ma non potrebbesi ricavarne un altro vantaggio a giudizio di molti più considerabile, un utile economico, quello cioè di dissipare in gran parte l'elettricità furiosa de' temporali, che minacciano le nostre campagne, e le nostre case? Cosa non ci prometteano i conduttori Frankliniani, o piuttosto gli encomiatori entusiasti di questa in vero stupendissima invenzione, non solamente riguardo al dirigere con sicurezza il fulmine, in caso ch'ei venisse a colpire il conduttore medesimo, e al condurlo quindi innocuamente sotto terra (ciò che incontra, sebbene a torto, de' contraddittori); ma per cotest'oggetto pur anche di scaricare in silenzio l'elettricità delle nubi temporalesche? Non contenti que' troppo zelanti partigiani di pronosticare, che si verrebbe coi così detti *para-fulmini* a prevenire, non che il danno, lo scoppio stesso della folgore, la sua caduta sopra l'edificio armato, e sopra i vicini; ciò che è diggià troppo, ciò che l'esperienza ha contraddetto più d'una volta, non rari essendo gl'esempi di fulmini che colpiscono i conduttori stessi, e ne fusero le punte (senz'altro danno però, e salve tutte le parti dell'edificio, allorchè tai conduttori erano disposti a dovere); non contenti, dico, di augurare e prometter tanto, son iti più lungi ancora, fino a credere, o a voler far credere, che si riuscirebbe a forza di moltiplicare sì nelle città e luoghi d'abitazione, che nell'aperta campagna de' buoni conduttori alti ed acuminati, se non a dissipare intieramente i temporali, a calmarli e ad esaurirli a segno d'impedire con ogn'altro loro funesto effetto la formazione ben anco della grandine. Tra i fautori di siffatti straordinarj divisamenti io non nominerò che il Sig. BERTHOLON, il quale in varie Memorie altronde stimabilissime, e nella recente sua opera sull'*Elettricità delle Me-*

teore (a) propone l'accennato spediente. Egli occupato della sola Elettricità, e nulla veggendo che Elettricità, ad essa tutto attribuisce, e le fa produrre non che i Temporalì, le Trombe di mare e di terra, le Aurore boreali; ma le Stelle cadenti, e i Bolidi, e piogge, e venti, e rugiada, e tremuoti, ed eruzioni vulcaniche; quanti insomma v'hanno fenomeni o puramente atmosferici, o terrestri-atmosferici: per nulla dire dell'economia vegetabile ed animale, che in altre opere particolari sopra questo soggetto egli subordina intieramente al medesimo agente, cioè al fluido elettrico; da tal fluido o troppo abbondante o scarseggiante ripetendo i varj temperamenti, e le malattie pressochè tutte, le quali non dubita di classificare secondo questo suo immaginario sistema.

Ecco fin dove porta una voglia intemperante di generalizzare, e di tutto ridurre ad una causa sola. A me piacque pur sempre di veder esteso il dominio dell'Elettricità; e mi lusingo di avervi in qualche modo contribuito colla scoperta dell'elettricità *negativa* prodotta dalla semplice formazione de' vapori, e della *positiva* prodotta dalla condensazione e disfacimento de' medesimi *(b)*; mercè di che ho svelato, se non l'unica, certo la principale sorgente dell'elettricità atmosferica, e giunto sono a spiegare in miglior modo gli andamenti della medesima, come ho fatto vedere in parte nelle lettere precedenti, e cercherò di fare più compiutamente nelle susseguenti: piacque, dico, a me pure di veder esteso il dominio dell'Elettricità, ma non oltre i confini; siccome ora mi piace di esaltare, ma dentro i limiti, la virtù e i vantaggi de' conduttori atmosferici, e in particolare della fiamma nel trarre giù dall'aria l'elettricità. Mi guarderò dunque bene dal dare ancor io ne' biasimati eccessi, dal promettere mari e monti con questa mia fiamma, cioè un'immane intera dissipazione de' più fieri temporali per opera di essa; dallo spacciarla qual preservativo sicuro, od impedimento alla formazione della grandine, alla nascita de' turbini ecc. Dirò soltanto, ponendo di nuovo in vista la superiorità tanto grande della fiamma sopra i semplici conduttori acuminati nello spogliare di elettricità l'aria imbevutane, che se sperare qualche cosa si può riguardo allo sventare i temporali, o al calmarne la furia, abbiám luogo di sperare molto più da alcuni fuochi accesi quà e là ne' campi aperti, e meglio ancora ne' siti eminenti, che da tutte le spranghe acuminate, che mai si volessero innalzare; atteso che ciascuna fiamma eccitando una gran corrente (incomparabilmente maggiore di quel venticello elettrico, che mai possa produrre qualunque punta) spoglierebbe d'elettricità in poco tempo un volume grandissimo d'aria e di vapori, il quale ne verrebbe in seguito a spogliare le nuvole cariche soprastanti ecc.

(a) *De l'Electricité des Météores*. 1787.

(b) V. la lettera nel Vol. precedente in una nota. [Indicazione data dal V., riguardante Br. Bibl. — Nota della Comm.].

Che dunque? Pretenderemo noi con tali fiamme, e colonne di fumo mandate verso il cielo, di esaurire per poco e dissipare i più gran temporali con quella facilità, con che il Sole dissipa co' suoi raggi la nebbia del mattino? Io non amo, il ripeto, di farmi illusione fino a tal segno. Cosa mai sono gli agenti i più efficaci, che l'arte sa impiegare, rimpetto alle forze irresistibili della Natura; e le nostre misure paragonate alla sua grandezza in ogni senso? Quale meschina risorsa non si direbbe quella di derivare con de' canali, fossero pur larghi e profondi, l'acqua del mare, non che per votarne il grande abisso, ma per abbassarne pur solo il livello? Or un temporale può giusto dirsi un mare di elettricità, e le fiamme innalzate canali per esaurirlo: quanto poco dunque varranno a farlo!

Queste cose io dico a me medesimo, prima che chicchessia me le obbietti. Ma poi più posatamente meditando vengo sul riflesso, e invito anche gli altri a riflettere meco, come la Natura, avvegnachè possente oltre ogni credere, non produce sempre i suoi fenomeni tanto in grande, quanto s'estendono le sue forze, considerate ciascuna separatamente e nel suo colmo, e quanto ella giunge a produrre in certe circostanze favorevoli allo sviluppo di tale o tal altra forza; ma tempera per lo più i suoi fenomeni in virtù di queste forze medesime, che trovansi bene spesso in opposizione fra loro, e si bilanciano mercè di una maravigliosa armonia delle sue leggi. Sono pertanto opera dell'istessa Natura, siccome l'immensità dei mari, così i laghi e stagni angusti; come i torrenti rovinosi, così i placidi ruscelli: compone ella egualmente le piccole colline, e i grandi ammassi di montagne; dà moto a' lievi zefiri; fa lentamente scendere la rugiada; forma le rare nebbie, le picciole nubi, le dolci e minute piogge; produce la blanda e tranquilla elettricità dell'aria: tutto ciò co' medesimi agenti, con cui eccita in altre circostanze i venti furiosi e gli oragani; inonda la terra con diluvj d'acqua; forma ed ammassa le nubi tempestose; fa romoreggiare il tuono, e scoppiare il fulmine; alluma ed infiamma tutta l'atmosfera. Se dunque si considera, che la Natura non opera sempre con fracasso; che anzi sono tai casi infinitamente più rari degli altri, in cui agisce pacatamente, onde ben disse un mio dottissimo Italiano, il Conte RICATI, che il sistema della Natura è un *sistema moderato*; se si considera che tutti i suoi fenomeni, nella combinazione di tante e sì variate circostanze, accader denno in tutti i diversi gradi di forza dalla più grande irresistibile fino alla più picciola impercettibile; si vedrà come riguardo pure a' temporali, scendendo dai più grandi e terribili ai più piccioli ed innocui, ve ne hanno ad essere di mezzo alcuni tuttavia dannosi o pericolosi, non però insuperabili, tali voglio dire, che da un numero più o men grande di fuochi accesi ne' luoghi a proposito potranno venire spogliati d'elettricità a segno di svanire, o di perder almeno la forza di nuocere. E perchè, se la piena dell'elettricità è grande sì, ma non immensa, non serviranno a disperderla o a scemarla al-

meno considerabilmente tanti buoni scaricatori, quali sono le fiamme? Come se più scoli per canali artefatti non potessero asciugare una palude, od abbassare di molto il livello di un lago, perchè non giungono ad abbassare sensibilmente quello del mare. In verità io non veggo, che sia fuor di ragione lo sperare di potere così per mezzo di molti fuochi accesi, non dirò dissipare intieramente, ma sibbene estenuare di molto alcuni temporali; se non i più estesi e tremendi, quelli almeno circoscritti a poco spazio, e non così furiosi, ma tuttavia minaccianti grandine od altro disastro, di poter, dico, estenuare cotai temporali, tanto da renderli innocui, o men dannosi, e di più corta durata. Una tale speranza concepita con tali riserve, e a tai limiti ristretta, non deve già sembrare ridicola; e può bastare ad incoraggiare a far delle prove: le quali sole finalmente mostreranno la molta, poca, o niuna utilità del metodo, che ardisco proporre.

Ma quale metodo mai? Uno, che ben lungi dall'esser nuovo trovasi praticato fin dalla più rimota antichità, insorgerebbe qui qualcuno di quegli Eruditi, che trovano tutta la Natura spiegata nei riti degli Antichi, soprattutto in quelli de' tempi favolosi. Qual rito infatti, qual pratica vi ebbe mai più universale che quella di fare le offerte alla Divinità del Cielo col fuoco e la fiamma de' roghi, e col fumo delle vittime, che si sacrificavano giusto ne' luoghi più aperti, e sulle eminenze più dominanti? E non si proponevano appunto que' primi mortali di calmare la collera del Cielo, di declinare il rigore delle sue minaccie, di disarmare infine il braccio *fulminante* di Giove, per mezzo di questi olocausti, della fiamma pura, e del fumo accettabile che facean salire verso di lui? Sappiamo da alcuni anni solamente, che questo *Giove tonante*, questa terribile potenza delle nubi, che i deboli mortali hanno divinizzata, potenza che produce il fulmine ed altre meteore, che rende l'aspetto del Cielo minaccioso ec. si è l'*elettricità*; ed io ho scoperto in oggi, che la fiamma e il fumo son dotati di una virtù affatto incomparabile di sottrarre alla regione dell'aria, che ci sta sopra, cotesta possente elettricità. Ma gli antichi (sosterrebbe il mio dotto Antiquario) sapevano e conoscevano tutto questo, siccome pure aveano diggià fatte tutte le scoperte dei moderni (a), le quali sendo venute in dimenticanza ne' susseguenti secoli, non si è fatto che risuscitarle a' nostri giorni. Così è, direbbe: gli Antichi, ma quelli solo de' tempi rimotissimi, conoscevano tutte queste cose dell'elettricità atmosferica, e de' mezzi di dissiparla; giacchè allorquando abbandonati gli altari campestri s'avvisa-

(a) Merita su questo proposito d'esser letta una bell'opera del Sig. L. DUTENS intitolata *Recherches sur l'origine des Découvertes attribuées aux Modernes*. 1766. e i supplementi ad essa. Fa stupore il vedere come l'autore si studia di rinvenire nelle opere degli antichi spiegate od adombrate almeno le moderne teorie, e le scoperte che si hanno per nuove. Quanto egli sia stato in ciò felice non possiamo deciderlo, nè se potessimo, il vorremmo.

rono gli uomini ne' secoli posteriori di costruire ad oggetto di pompa de' Templi, e di collocarvi l'are e i fuochi dei sacrificj, di abbruciarvi gl'incensi odorosi ec. avean essi già perso di vista il principale scopo, che fu nella sua origine, e ne' primi tempi, di far ascendere dirittamente queste fiamme e questi fumi alla regione delle nubi, per mantenere la calma e la pace tra il Cielo e la terra, nel linguaggio religioso, e nel linguaggio fisico per facilitare la diffusione e l'equilibrio dell'elettricità, cotanto terribile allorchè vi si trova molto sbilanciata. Ciò nondimeno, siccome ne rimane sempre qualche cosa delle scoperte antiche, avvegnachè cadute in obblivione, e se ne trovano sovente de' vestigj in certe pratiche divenute in progresso di tempo inintelligibili; ed essendo che dovette (a giudizio del nostro Erudito) esser nota agli Antichi de' primi tempi eziandio la virtù delle punte, e de' conduttori metallici continuati senza interruzione fino a terra, per garantire gli edificj dai danni del fulmine, ecco (soggiugnerebbe egli), che ne fu fatto il miglior uso nella costruzione del famoso Tempio di Gerosolima, (intendasi sì del primo fabbricato da SALOMONE, che del secondo a' tempi di ERODE), il cui tetto coperto tutto di lamine d'oro, ed irto di puntute spranghe dorate, avea ampie comunicazioni metalliche fino a terra per mezzo di altre simili lamine che lo vestivano, e per mezzo di canali prolungati fino a delle cisterne che vi avean sotto.

Questo soggetto dell'armatura metallica del Tempio Gerosolimitano affatto acconcia non che a preservarlo da qualunque guasto del fulmine, ma a prevenirne finanche la caduta sopra di lui, per il che ne andò infatti esente, con unico esempio, per più di mille anni, malgrado la sua situazione, che lo esponeva più d'ogn'altro edificio ai temporali molto frequenti in Palestina; questo curioso soggetto ha dato luogo non ha molto ad una corrispondenza di lettere tra voi, mio Signore, e il Sig. MICHAELIS, nelle quali con profondità di erudizione, e con un'esatta applicazione della Scienza elettrica discussi avendo tutti i punti relativi, convenuti siete nel medesimo sentimento (a): non già nel sentimento di quel fanatico Antiquario, che ho introdotto, qual personaggio ideale, per giuoco; ma in quest'altro assai più giudizioso, che adottò io pure volentieri, cioè che la divina Provvidenza ha guidato il Re Sapiente nella costruzione di quel maraviglioso edificio in modo, che senza cognizione di causa, senza neppur pensare a ciò, ei venne a garantirlo dal fulmine. Or se io tengo con voi, e col Signor MICHAELIS, che l'armatura delle puntute aste metalliche sia stata posta da SALOMONE al Tempio per tutt'altro disegno, che per condurre a terra innocuamente la materia del fulmine, co-

(a) V. Journal de Physique A. 1784. e 1785. *Correspondance entre M. DE MICHAELIS Professeur en Langues Orientales à Goettingue, et Mr. LICHTENBERG Professeur en Physique sur un trait de l'Histoire ancienne au sujet des Conducteurs*, traduit de l'allemand.

munque poi ottenesse anche questo vantaggio, ch'ei non s'era altrimenti proposto; immaginatevi s'io crederò, che a tale intento s'adopprassero i fuochi e i roghi da' primi uomini. E chi sostener lo potrebbe seriamente, fuorchè uno simile a quel mio supposto Antiquario, in bocca di cui ho avanzate tali cose ad oggetto unicamente di rallegrare la materia? Voi intanto, Signore, che avete preso interesse alla discussione del soggetto concernente il Tempio di Gerosolima, spero che mi perdonerete se ho voluto questa volta divertirmi un poco intorno all'altro che riguarda i fuochi de' Sacrificj campestri, purchè il divertimento, e i vani discorsi non vadano più in lungo. Basti dunque così: chiudiamo questa lettera piena soltanto di belle immaginazioni, e d'idee, non so se mi dica sublimi, o stravaganti. In compenso sto preparando altre lettere, che saranno di tutt'altra tempra: conterranno fatti e osservazioni; e con esse andrò internandomi, assai più di quello che ho fatto in tutte le precedenti, ne' fenomeni dell'Elettricità atmosferica.

Sono ecc. [¹].

[¹] In *Br. Bibl. segue*, nella riga successiva, l'indicazione « Fine della 1. parte ». Con richiamo a questa indicazione, *Br. Bibl. presenta la seguente nota*: « Daremo incessantemente la 2. parte di queste lettere, che è la più interessante. (Gli Editori) ».

[Nota della Comm.].

LXXXIX (F).

CONTINUAZIONE DELLE LETTERE

DEL SIG.

DON ALESSANDRO VOLTA

SULLA

METEOROLOGIA ELETTRICA

LETTERA SESTA.

27 Agosto 1787 — Gennaio Febbraio 1789.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Bibl., T. VII, gennaio, febbraio 1789,
pg. 81.

Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 210.

Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799.

**Solenni adunanze R. Ist. Lomb. di
Scienze e Lettere.** Milano 7 ago-
sto 1864.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: I 34 α; I 34 β; I 34 γ;
I 34 δ.

Univ. Bibl. di Gottinga.

Cart. Volt.: H copia 5.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Bibl.

DATA: H copia 5 porta la data 27 agosto 1787, mentre la « *Lettera sesta* », che qui si pubblica, comparve nel T. VII, Br. Bibl., uscito in data: « gennaio, febbraio 1789 ».

Br. Bibl. « Lettera sesta »: è una memoria in forma di lettera diretta al Lichtenberg, nella quale il V., richiamandosi alle sue scoperte del 1782, riguardanti lo svolgimento dell'elettricità nell'evaporazione, sviluppa e discute la sua teoria sull'origine dell'Elettricità atmosferica.

Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799: vedasi la nota di frontespizio nelle « Osservazioni » a pg. 29 di questo Volume.

H copia 5: è la copia di una lettera redatta in francese, realmente inviata dal V. al Lichtenberg, in data 27 agosto 1787, di cui il Mns. originale trovasi presso la Univ. Bibl. di Gottinga. La prima parte di questa lettera riguarda la « *Lettera prima* » Br. Bibl. (vedasi il N° LXXXIX (A)), mentre la seconda parte tratta, per quanto meno ampiamente, gli argomenti svolti nella « *Lettera sesta* » Br. Bibl.

Alla fine di questo Numero si pubblicano nelle « *Aggiunte e note della Commissione* », cenni tratti da un discorso tenuto dal Magrini al R. Ist. Lomb. di Scienze e Lettere di Milano, nella solenne adunanza del 7 agosto 1864, i quali illustrano un apparecchio trovato fra i cimeli voltiani ed adoperato per constatare se nell'evaporazione si svolga, o non, dell'elettricità.

I 34 α ; I 34 β ; I 34 γ : costituiscono la minuta autografa di H copia 5, con cui concordano quasi letteralmente, salvo lievi varianti: I 34 α porta l'indicazione autografa di « *Lettre 5^e* ». A partire da pg. 4 di I 34 β , comincia la parte, che, tradotta in italiano e rifusa con notevoli aggiunte, venne a costituire la « *Lettera sesta* » Br. Bibl.

I 34 δ : è una minuta anteriore ad I 34 β ed a I 34 γ , dai quali è completamente assorbita.

LETTERA SESTA (a)

Eccomi, o mio Signore, a soddisfare, anche prima di quello ch'io pensava, alla promessa di farvi parte con una nuova serie di lettere delle mie, quali esse si sieno, osservazioni e meditazioni sopra varj fenomeni della Meteorologia elettrica.

Ho avuto occasione in più luoghi delle precedenti lettere di riportare le sperienze, consegnate già nell'*Appendice* alla mia *Memoria sul Condensatore* (b), colle quali mi è riuscito di far nascere l'elettricità mercè della semplice evaporazione; ed ho spiegato come su tali sperienze è fondato il mio sistema intorno all'origine dell'elettricità naturale atmosferica, e sue vicende. Or qui avanti d'innoltrarmi nelle applicazioni degli stabiliti principj ai diversi fenomeni meteorologici, stimo opportuna cosa il trattenermi un poco sopra tali sperienze, e avanti tutto sopra varie circostanze, altre necessarie, altre più o meno favorevoli al buon riuscimento delle medesime. Ciò mi preme tanto più, quantochè sono informato, come alcune di queste sperienze, che furono da me piuttosto accennate che descritte nella citata *Appendice*, non sono riuscite ad alcuni Fisici comunque esperti, che han voluto ripeterle. Non parlo di voi, mio Signore, cui so, che son riuscite tutte; nè delle sperienze coll'acqua, o fatta semplicemente bollire, o spruzzata sopra carboni accesi ed altri corpi infocati, le quali son riuscite presso a poco a tutti coloro, che dietro a me ne han fatto prova; ma parlo di quelle colla sola combustione de' carboni, che a me riescono assai bene, anzi meglio delle altre, ottenendone io de' segni di elettricità più decisi, e più sensibili; e che per difetto delle necessarie attenzioni mancano per lopp più nelle mani altrui.

La più essenziale di queste attenzioni è di moderare la combustione in modo, che non ne sorga punto di fiamma, e il men di fumo possibile. Questo

(a) Questa lettera ancora è una parte di quelle scritte e mandate dall'A. al Sig. LICHTENBERG nel mese d'Agosto del 1787. Solo egli vi ha fatto, come alle precedenti, alcune mutazioni e aggiunte. Le altre, che seguitano furono scritte in Ottobre e Novembre dello stesso anno; ma non mandate. (Gli Editori).

(b) Phil. Trans. an. 1782. Journ. de Phys. an. 1783. ecc.

fumo, e assai più la fiamma colla sua forza dissipatrice distrugge di mano in mano quell'elettricità, che nasce dalla formazione de' vapori. Ho^[1] spiegato, cred'io, assai chiaramente nella lettera quarta questa forza dissipatrice della fiamma; e come essa riduca tosto il corpo, o il sistema di corpi a cui appartiene, allo stato elettrico o non elettrico, qual si truova, dell'aria ambiente, per via di quella rapida circolazione, che detta fiamma vi induce, e del forte riscaldamento e rarefazione che soffrono le particelle di quest'aria portata successivamente al di lei contatto, la qual rarefazione e vivo riscaldamento le rende *deferenti*. Quando dunque l'elettricità dell'aria ambiente è nulla, che mi vale l'elettricità prodotta dall'evaporazione o dalla combustione nell'apparato, se quest'aria se la porta via, se esso apparato per l'intervento della fiamma si compone all'equilibrio coll'aria medesima non elettrica?

Ma anche quando non sorge fiamma, nè fumo notabile da' carboni che s'abbruciano es. gr. in un braciere isolato, l'aria che vi accorre da tutti i lati a rimpiazzare quella che rarefatta pel forte calore s'innalza, e accorrendovi e lambendo gli accesi carboni si riscalda anch'essa a segno di divenire presso a poco un buon conduttore, quest'aria debbe pure disperdere in gran parte quella qualunque elettricità, che la formazione de' vapori ha potuto indurre nel braciere, il quale circondato per ogni lato da tal aria irrequieta e calda appena più può dirsi *isolato*. A ciò rimediare si può fino a un certo segno, facendo in un modo o nell'altro, che la combustione sia lenta e debole assai; e poca agitazione di aria vi abbia d'attorno.

I Fisici pertanto, cui non è riuscito di ottenere alcun segno di elettricità dalla semplice combustione, e che han potuto dubitare di questa parte della mia scoperta; e quegli altri, che non giunsero ad ottenerne che dei segni debolissimi, non hanno, come credo, fatta la debita attenzione a tutto ciò; non hanno compreso o riflettuto qual sia la forza dissipatrice delle correnti di fumo, o d'aria caldissima, e singolarmente della fiamma; e di quanto quest'ultima superi ogni altra forza disperdente, fin quella delle più acute punte metalliche, come ampiamente ho mostrato nelle lettere precedenti. Li prego dunque di voler ripetere le sperienze nel modo che passo a descrivere, e che siccome il più facile è il mio più usitato.

Colloco sopra uno sgabello isolante a dovere un fornello portatile, es. gr. un di quelli da cioccolata, e vi getto dentro due o tre piccioli carboni ardenti della grossezza di una nocciuola, che copro con un pugno d'altri carboni non accesi, umettandoli alquanto se son troppo secchi. Questi anzichè aumentare ammorzano il fuoco, e già già lo spengono, a meno ch'io non l'ecciti un poco col soffio della mia bocca, o meglio aprendo lo sportello del cinerario,

[¹] L'argomento svolto, a partire da questo punto, in questa « Lettera sesta », trovasi pure trattato in *H* copia 5 pg. 12, ed in *I* 34 β, pg. 4.

[Nota della Comm.].

per incamminarvi di sotto in su una corrente d'aria. Ora non sì tosto il fuoco comincia ad attaccarsi e serpeggiare pel mucchio de' carboni neri, che tutto l'apparato, cioè il fornello collo sgabello si mostra elettrizzato a segno di far divergere le paglie del mio elettrometro più sensibile fattogli toccare, d'una linea, poi di 2. 3. 4. ed anche più, di far saltellare delle fogliette d'oro paglio, e fino de' fiocchetti di cenere. Distruggete cotal elettricità con qualche tocco; e la vedrete rinascere in pochissimo tempo, in meno d'un minuto: lasciatela; ella non crescerà oltre un certo termine, oltre 8. o 10. gradi per esempio; ma si sosterrà in questo stato fintanto che si mantiene, moderando la corrente d'aria, la stessa combustione lenta.

Che se troppo s'avvanzi, e divenga una combustione più viva accompagnata da un gran calore, e da una corrente d'aria assai forte, la qual manifestasi anche all'occhio per una specie d'ondulazione o traballamento nella colonna che sta sopra il fornello; l'elettricità diminuirà allora di molto nell'apparato, venendo, come è facile il presumere, portata via in gran parte e dissipata da quell'aria medesima, che s'introduce per di sotto, attraversa il fuoco, e s'innalza caldissima formando la colonna ascendente or or menzionata: finalmente sparisce ogni elettricità, tosto che avvivata vieppiù la combustione, la fiamma vi prende, e si leva alcun poco in alto.

Non debbo lasciare di dire, che allorquando in luogo del fornello pongo sullo sgabello isolante un semplice braciere, comunque io moderi nella miglior maniera la combustione de' carboni, e che eviti ogni fiamma, l'elettricità che ottengo è considerabilmente più debole di quella che ho impiegando il fornello: allora è difficile di aver segni sensibili, senza ricorrere al *condensatore*. Ma, e d'onde questo vantaggio del fornello sopra un semplice catino o braciere? E che fa ella la struttura del primo alla produzione dell'elettricità? Io voglio supporre per un momento, che non influisca propriamente nulla a cotesta produzione (la quale è effetto unicamente della combustione, in quanto questa è un'evaporazione, una volatilizzazione): in tale supposto ancora sarebbe diggià molto, se la struttura del fornello servisse a diminuire la dissipazione dell'elettricità; ed è appunto ciò che fa, mercecchè le alte pareti, che cingono i carboni, impediscono quell'affluenza d'aria, che ha luogo da tutti i lati per il braciere o per altro simile recipiente largo e poco profondo, e non lasciano entrare nel fornello che un poco d'aria per la finestra sotto la graticola, sufficiente per mantenere la debole combustione, ma non capace a portar via in grande quantità l'elettricità prodotta. Dico *in grande quantità*; giacchè per moderata che sia la corrente d'aria, per poco attizzati che siano i carboni, una parte considerabile dell'elettricità prodotta dee pur sempre venir involata da quest'aria; di maniera che i segni che noi otteniamo non sono mai di tutta cotesta elettricità, ma solamente di un residuo di essa.

Ora, se il residuo (facciam qui di passaggio una riflessione) è ancora così

grande, che l'apparato intiero, cioè il fornello col suo sostegno, e un lungo filo metallico che mette capo all'elettrometro, tutti questi corpi, dico, divengono elettrizzati *negativamente* talvolta di 8. di 10. ed anche più gradi, in meno d'un minuto; in conseguenza per una picciolissima quantità di vapori tramandati, per la volatilizzazione di alcuni grani solamente di materia, che perdono in tal tempo due o tre carboncini abbrugiando lentissimamente; quanto grande non sarà la quantità di fluido elettrico ch'una massa di vapori considerabile può involare, e quella che involano realmente alla terra i vapori che si sollevano da tutta la sua superficie? E chi più rimarrà sorpreso, che una tale evaporazione comunque tranquilla e lenta, possa somministrar materia all'elettricità sparsa in tutta l'Atmosfera, e alle più terribili Meteore?

Tornando alla forma del vaso; in cui ardono i carboni, io vado innanzi, e dico; che la supposizione, che tal forma non influisca per se stessa alla produzione dell'elettricità, non è poi vera affatto. Sì Signore, io sostengo che v'influisca benissimo; ed ecco come: le alte pareti del fornello tenendo raccolto quel poco d'aria che vi circola, riducendolo cioè a una colonna stretta; danno mano alla produzione dell'elettricità, perciò che somministrano alle parti volatilizzate, ai vapori elastici che slanciansi dal fondo del fornello, quella parte del fluido elettrico, di cui essi vapori hanno tuttavia bisogno per satollarsi, per riempire la nuova capacità acquistata. Ella è questa la base della mia teoria: un corpo, che si volatilizza, e prende la forma di vapor elastico, acquista con questo nuovo stato una *capacità* molto più grande, che lo rende, giusta le leggi dell'equilibrio, esigente, o diciam così sitibondo di una nuova dose di fluido elettrico. Or i vapori difficilmente possono prendere tutto quello che loro abbisogna, al momento che vengono formati. Si concepisce infatti, che questi vapori espulsi dai carboni all'istante medesimo di lor formazione non possono avere il tempo di satollarsi di fluido elettrico, quanto la loro grande *capacità* in qualità di vapori elastici lo esige; e che per conseguenza essi deono continuare a prenderne a spese delle pareti del fornello, rasente le quali salgono. In mancanza di queste pareti, i vapori lasceranno l'apparato, da cui si staccano troppo presto, spogliato di ben poco fluido elettrico, e per conseguenza un tantino appena elettrizzato *in meno*, come abbiám veduto che succede al braciere od altro recipiente largo e non profondo; intantochè succhiando essi il rimanente di fluido elettrico, che loro bisogna, poco a poco e a grande stento dall'aria che attraversano, la renderanno essa pure di strato in istrato impoverita, vuo dire elettrizzata *in meno*; non però sensibilmente, atteso il gran volume di essa, e la piccola quantità di tali vapori.

In somigliante maniera io amo di rappresentarmi i vapori, che s'alzano nella giornaliera evaporazione dalla superficie della Terra, tutti intesi ad involare il fluido elettrico, di cui hanno sì grande esigenza, parte al suolo, onde si staccano, parte alle piante ed altre eminenze, che incontran salendo, e parte

infine agli strati dell'Atmosfera che attraversano. In questa supposizione tutt'affatto conforme ai posti principj, gli strati inferiori dell'atmosfera essendo i primi a fornire il fluido elettrico ai vapori innalzantisi, e dovendone perciò appunto fornire dippiù che gli strati superiori, a cui giungono detti vapori di mano in mano men sitibondi; è facile il concepire come eziandio ad una picciola elevazione da terra, dove i vapori non sembrano di aver ancora subita alcuna condensazione, dove non v'è neppur ombra di annabbiamiento, ne' giorni perfettamente sereni, e nelle ore del Sol più vivo, si ottengano niente di meno i segni ordinarj di elettricità *in più*: codesta elettricità non è per avventura come quella delle nebbie ec. effetto immediato di una ridondanza di fluido elettrico spremuto fuori, dirò così, dai vapori condensati (nel qual caso suol essere più forte): ma bene effetto di una minor deficienza di detto fluido negli strati d'aria più alti che ne' più bassi, essendosi questi più di quelli impoveriti per arricchire, come abbiamo spiegato, i vapori cui dieron passaggio: il che poi viene a dire, che il fluido elettrico è più abbondante all'alto che al basso.

Si può tutto questo applicare facilmente alla produzione artificiale dell'elettricità per mezzo dell'ebullizione dell'acqua. Si capisce primieramente perchè un'evaporazione copiosissima d'acqua contenuta sia in una caffettiera, sia in una gran caldaja, non produce punto o poco di elettricità nell'apparecchio isolato, fintantochè quest'acqua non entra in ebullizione, e in un'ebullizion forte: la ragione è, ch'egli è proprio dei soli *vapori elastici* d'acquistare quella prodigiosa *capacità*, di cui abbiamo parlato, e per la quale esigono una tanto maggior dose di fluido elettrico; siccome è proprio di essi soli di acquistare una simile capacità pel fluido calorifico; e in niun modo, come io penso, degli altri *vapori* nebulosi ossia *vessicolari*: sarebbe molto se questi potessero pretendere a qualche cosa di simile, voglio dire a un poco di *calor latente*, e di *elettricità* pur anche *latente*; ciò che non credo, quantunque io non abbia evidenti prove per negarlo assolutamente. Ora l'ebullizione producendo in folla i vapori elastici, che si slanciano sotto forma apparente d'aria attraverso tutta la massa dell'acqua, e l'abbandonano dopo un tal tragitto, non dobbiamo essere sorpresi ch'ella occasioni un impoverimento considerabile di fluido elettrico nell'apparato, un'elettricità sensibile *in meno*: come pure non ci dee far maraviglia, che un'altra evaporazione senza bollore, per quanto copiosa ella sia, e lo sembri all'occhio anche dippiù per quel nuvolo di vapori fumosi che s'innalza, spandendo però molto minor quantità di vapori elastici al di là dei confini di detta nube, non ecciti che un'elettricità picciolissima, e il più delle volte insensibile. Dico *al di là dei confini del volume nebuloso*; giacchè si concepisce bene, che s'alzano dalla superficie dell'acqua calda fumante dei vapori elastici non pochi, che non mancano di rubarle, e appropriarsi del fluido elettrico quanto possono in quest'istante di lor for-

mazione; ma tale istante è corto; ed essi vapori perdendo tosto lo stato elastico, perdendolo *in seno alla nube di fumo* onde sono involti, e che concorrono essi medesimi ad ingrossare, cambiati parte in vapori vessiculi, e parte in goccioline, ecco che depongono quel poco di fluido elettrico che si avean preso, e lo restituiscono per la via della medesima colonna nebulosa *deferente* all'apparato; il quale per conseguenza non può mostrare che piccolissima elettricità *negativa*.

Il Sig. DE SAUSSURE dice di non averne ottenuto punto quando l'acqua fumava soltanto e non bolliva: io però son riuscito ad averne de' segni, comechè debolissimi, coll'acqua calda non più di 70. ed anche solo 65. gradi del termometro di REAUMUR (a).

Si comprende ancora perchè l'esperienza riesca assai meglio quando si fa bollire l'acqua in una caffettiera, od altro recipiente profondo, soprattutto se la colonna d'acqua è essa medesima alta, che quando la si fa bollire in un recipiente espanso e di poco fondo, o quando nella caffettiera stessa l'acqua non forma che uno strato sottile. La ragione si è, che i vapori elastici, avidi di fluido elettrico, per rubarne in quantità sufficiente all'apparecchio isolato, e impoverirlo al punto di dar segni sensibili di elettricità *negativa*, non debbono già abbandonare tal apparato nell'istante medesimo di lor formazione, come avviene appunto allorchè bolle un sottile strato d'acqua in un vaso di poco fondo; ma continuar devono a toccarlo per alcuni momenti: ciò che fanno allorchè sono obbligati di attraversare prima una massa considerabile d'acqua, poi di rasentare le alte pareti del vaso [1].

Non è però che anche in vasi espansi pochissimo profondi, anche sopra de' piatti, un sottilissimo strato d'acqua, anzi poche goccioline vaporizzate, non producano talora segni sensibili della solita elettricità *negativa*. Io ne ho ottenuto fin nelle mie prime sperienze spruzzando dell'acqua or sopra delle lastre ben riscaldate, or sopra due o tre carboni accesi posti in un picciol crogiuolo; e il Sig. DE SAUSSURE ne ha pure ottenuto con infondere delle grosse goccioline d'acqua in crogiuoli di varie materie infocati: sopra di che ha istituita una bellissima serie di sperienze, le quali trovansi descritte nell'ar-

(a) Giova qui il richiamare l'esperienza riportata in una delle note alla Lettera quarta, con cui l'acqua semplicemente fumante di un caldajo posto sul pavimento di una stanza produsse una debolissima sì, ma pur coll'ajuto di alcuni artificj sensibile elettricità nell'aria di essa stanza; la quale elettricità trovata, com'io me l'aspettava, *positiva*, dimostra che anche senza ebullizione il fluido elettrico è rapito dai vapori, e tratto in alto. Non mi manca ora più, che di ottenere gl'istessi segni coll'evaporazione senza fuoco, promossa es. gr. col solo calor del Sole, o di un ambiente caldo; e non dispero di riuscire.

[1] A questo punto, in H copia 5 ed in I 34 γ termina lo svolgimento dell'argomento, il quale continua in I 34 β. [Nota della Comm.].

ticolo della sua Opera, che abbiám avuto più volte occasione di citare nelle precedenti lettere (a).

A proposito delle quali sperienze di SAUSSURE non debbo qui lasciare di dire, che sebben confermino nella loro universalità le mie, presentano però un'eccezione, o a dir meglio una singolarità, che merita le più grandi riflessioni: l'acqua che cadendo sopra ogn'altro corpo infocato, fosse terreo, fosse metallico, e dissipandosi quindi in vapori, lasciava in tutte quante le prove quel corpo in un col sostegno isolante e il resto dell'apparecchio elettrizzato debolmente *in meno*, come porta la mia teoria; cadendo sopra il ferro e sopra il rame roventi, e similmente vaporizzandosi, lasciava l'apparecchio quasi sempre elettrizzato *in più*, nè sì debolmente. Ho ripetuta io pure questa sperienza coll'istesso evento. Or che dire? Non è un tal successo contrario ai miei principj? Tale può sembrare a prima giunta; ma considerata la cosa più dappresso, e confrontata con tutte le altre prove, a giudizio dell'istesso Sig. DE SAUSSURE, non vale ad infirmare in alcun modo la mia teoria, con cui si concilia benissimo. Egli osserva giudiziosamente, che il ferro e il rame infocati soffrono un'insigne alterazione ne' punti in cui vengono toccati dall'acqua; che questi metalli ne vengono portati ad una specie di calcinazione, come altre sperienze avean già provato, nella qual calcinazione si decompone il metallo, o l'acqua, od amendue (giusta le diverse opinioni intorno all'acqua, al flogisto, alla combustione, e calcinazione, che tengono in oggi divisi i Chimici): che però non trattandosi qui di semplice evaporazione, ma di un fenomeno complicato, può benissimo darsi, che l'elettricità *in meno* prodotta al solito da quella, venga non che compensata, ma perfino soverchiata da un *eccesso* di fluido elettrico risultante dall'indicate decomposizioni del ferro ec. In conseguenza egli s'induce a credere, che in queste sperienze *si generi* realmente del fluido elettrico, non altrimenti che per esse si genera dell'aria infiammabile; e che in sostanza non differisca gran fatto quello da questa « Sarei dunque portato (dice egli) a riguardare « il fluido elettrico come il risultato dell'unione dell'elemento del fuoco con « qualche altro principio, che non ci è ancora noto. Sarebbe egli analogo « all'aria infiammabile, ma incomparabilmente più sottile ». Soggiunge poscia in una nota. « Il Sig. KIRWAN si è chiaramente spiegato sopra questo soggetto « dicendo, che il flogisto in uno stato molto più rarefatto che l'aria infiamma- « bile, ed unito ad una più grande quantità di fuoco, potrebbe esser quello « che costituisce il fluido elettrico (b). Il Sig. LAVOISIER sembra pure avere « delle idee analoghe a queste ».

(a) Voyage dans les Alpes Tom. II. art. XXVIII. *Nouvelles Recherches sur l'Electricité Atmospherique*.

(b) Journal de Physique Mai 1784.

Dietro a tali idee riflettendo il Sig. DI SAUSSURE, che non dal solo ferro, ma sibbene da' carboni ardenti toccati dall'acqua, si produce dell'aria infiammabile; che se ne sviluppa (per que' che ne ammettono l'esistenza) del flogisto non altrimenti che dal ferro; pensò, che produr parimenti si dovesse del fluido elettrico, e nascere quindi l'istessa elettricità *positiva*: ma fatto sta, che fu sempre *negativa*, quale suol nascere dalla semplice evaporazione, e quale io avea detto d'averla costantemente trovata. Questa sperienza si può fare comodamente in due maniere: la prima è di spruzzare, com'io praticava dapprincipio, e come ha ripetuto il Sig. DE SAUSSURE, dell'acqua sui carboni accesi entro al solito fornello isolato: la seconda di lasciar cadere due o tre grossi carboni nell'acqua di un caldajo similmente isolato, di lasciarli, dico, cadere dall'alto, acciò si tuffino profondamente, e ben attizzati, sicchè eccitino uno stridore, e levino gran quantità di vapori. In quest'ultima maniera l'elettricità sempre *negativa*, che acquista l'apparato, suol esser più forte.

Del resto l'idea della composizione e decomposizione del fluido elettrico, oltre agli autori già nominati, è adottata da altri, ed in ispecie dal Sig. DE LUC, il quale è d'avviso, che si generi cotesto fluido in seno dell'Atmosfera per opera non si sa come de' raggi solari. Egli si studia di comprovare con molti argomenti questa sua opinione nella recentissima opera *Idées sur la Météorologie* (a). Per me dirò, che la supposta generazione del fluido elettrico, comunque sembrar possa plausibile, e conforme al genio della Chimica moderna, non mi va molto a verso; e che nel caso di cui si tratta, inclinerei piuttosto a pensare che il fluido elettrico, il quale salta fuori allorchè si spruzza dell'acqua sul ferro o sul rame infocati, e fa, che l'apparato, malgrado la dose che ne perde in virtù dell'evaporazione che siegue, si mostri di tal fluido ridondante, non sia già un *prodotto*, ma sibbene un *edotto*: cioè che detto fluido elettrico si sviluppi soltanto dal metallo, o dall'acqua (da quello dei due che si decompone, e in cui esisteva per avventura in istato fisso); oppure che fosse in qualunque modo contenuto nella parte d'acqua che perde la sua fluidità, e in forma solida si unisce al ferro e al rame aumentandone il peso ec.: il che sembra più verisimile. Conformemente a quest'ultima idea io concepisco dunque, che quella quantità d'acqua, che fissandosi ne' detti metalli scompare, perda con ciò anche la capacità di contenere il fluido elettrico che avea prima, il quale per conseguenza divenuto sovrabbondante produca i segni di elettricità *positiva* nell'apparecchio isolato. Se così è; se basta questo fluido elettrico, cui si lascia addietro l'acqua passando a combinarsi col ferro o col rame, se basta, dico, non che a risarcire la perdita della dose naturale, che fa detto apparato per parte dell'altr'acqua che s'alza in vapori, ma a portarvi ben anco un dippiù;

(a) Tom. II. Part. III. 1787.

non fa dunque bisogno di fabbricare nuovo fluido elettrico: confesso però, che ho qualche pena a concepire, che a tanto basti, quando veggo che pochi grani d'acqua combinandosi col ferro, e più pochi ancora col rame, tutto l'apparato, che è pure voluminoso, contrae un'elettricità *positiva* di molti gradi. Questo fa, che neppure di questa mia spiegazione io sia pienamente contento.

Checchè ne sia della spiegazione, egli è certo, che questo fenomeno singolare dell'elettricità *positiva* prodotta coll'infonder acqua sul ferro o rame roventi, tiene alla natura medesima di questi metalli calcinabili dall'acqua, cioè all'alterazione che ne soffrono essi, ed a ciò che soffre l'acqua medesima incorporandovisi in parte; non già all'evaporazione come tale: la quale evaporazione, in tutti gli altri casi, in cui non accade veruna sostanziale alterazione al corpo che tocca l'acqua e la manda in vapori, in cui quest'acqua appunto non fa altro che svaporare, non produce mai altra elettricità nel recipiente che la *negativa*, come ho trovato costantemente, ed ha riconosciuto l'istesso Sig. DE SAUSSURE, il quale dopo aver riferite per esteso le numerose sue sperienze sopra tal soggetto, « Che conchiudere (egli dice) da tutti « questi fatti per rapporto all'Elettricità? Niente ancora di decisivo: la questione non è sufficientemente rischiarata. Mi sembra però, che poichè la « porcellana ha sempre dato un'elettricità *negativa*, e che l'argento l'ha esso « pure data quasi sempre tale, laddove il ferro e il rame l'han data assai più « sovente *positiva*, si potrebbe conchiuderne; che l'elettricità è *positiva* coi « corpi capaci di decomporre l'acqua, o di scomporsi essi medesimi mercè « il contatto di essa; e *negativa* con quelli, che ne soffrono, nè cagionano alcuna « alterazione (a) ». Indi prosiegue col passo riportato qui sopra « Sarei dunque « portato a credere ec. » e soggiunge « Coerentemente a questo sistema, allorchè « l'operazione, che converte l'acqua in vapore, produce nel medesimo tempo « una decomposizione, egli si genera del fluido elettrico. Una parte di questo « fluido si combina sul fatto con questi vapori, e serve anzi alla lor formazione. « Il vaso, in cui si fa questa operazione, può dunque acquistare un'elettricità « o positiva, o nulla, o negativa, secondo che la quantità del fluido generato « è superiore, eguale, o inferiore a quella che viene spesa nella formazione « dei vapori. Ma quando l'evaporazione non è accompagnata da alcuna decomposizione, l'elettricità debb'essere costantemente *negativa*; poichè niente « v'ha, che risarcisca la quantità di fluido elettrico impiegata alla formazione « de' vapori ».

« Si possono, dietro questi principj, spiegare le sperienze, che ho riportate; « ed anche rendere ragione fino a un certo segno delle anomalie, che presentano ec. ».

Or dopo, che il Sig. DE SAUSSURE si è egli medesimo così formalmente

(a) Loc. cit. §. 882.

spiegato, come mai il Sig. DE LUC asserir può, che coteste sperienze distruggano affatto la base, su cui si fonda la mia teoria sopra l'origine dell'elettricità atmosferica: teoria, che a sua detta è comparsa verisimile e fondata sopra altri fatti? « Non posso a meno di qui trascrivere il passo intiero (a). « Qual mistero non è quello dei torrenti di fluido elettrico, che partono dalle « nubi temporalesche? Il Sig. VOLTA ne aveva assegnato una causa assai verisimile al primo aspetto, fondata sopra un fatto, che il Sig. CAVALLO verificò « poco dopo, cioè, che allorchè si getta dell'acqua sopra dei carboni portati « da un corpo metallico isolato, questo corpo dà dei segni di elettricità *negativa*. Da questo fatto il Sig. VOLTA ne inferì: che l'acqua convertendosi in « *vapori*, acquistasse una più grande *capacità per il fluido elettrico*: che quindi « ella ne involasse ai Corpi, di sopra ai quali svaporava; e che allorchè veniva « a ripigliare il suo primiero stato, abbandonasse questa quantità di *fluido elettrico* divenuta sovrabbondante all'acqua formata. Dal che poi tirava « questa conseguenza; che il *fluido elettrico* era incessantemente involato alla « Terra, e trasportato nell'Aria per mezzo de' *Vapori*; e che veniva indi a formarvi il fulmine, quando una grande quantità di *vapori* si cambiava subitamente in *Acqua*. Questa ipotesi sembrava confermata dai rovesci di *pioggia*, « che accompagnano ordinariamente gli *scoppj di tuono*. Altronde, siccome la « marcia del *Fuoco* nell'*Evaporazione* è simile alla qui supposta del *Fluido elettrico*, e che questo ha dei grandi rapporti con quello; così tale ipotesi ne « veniva ad acquistare una nuova verosimiglianza.

« Ma primieramente, il Sig. DI SAUSSURE ha distrutto con esperienze dirette la base, sopra cui s'appoggiava questa ipotesi. Pensando egli pure, « che l'elettricità *negativa* manifestatasi per via dell'evaporazione dell'acqua « sopra i carboni, provenisse dalla causa, che il Signor VOLTA ne avea assegnata, s'aspettava con ragione, che qualunque corpo caldo tanto da ridurre « l'acqua in *vapori* dovesse provare la medesima modificazione: su quest'idea « si fece a ripetere l'esperienza, variandola in differenti maniere, e trovò; che « l'evaporazione rapida produce più sovente l'elettricità *positiva*, che la *negativa*; che spesso non produce alcuna elettricità; e principalmente, che in « tutti i casi, quali essi si sieno, in cui l'evaporazione è lenta, epperò più simile « a quella che nell'ipotesi fornisce il *fluido elettrico* al *Fulmine*, non ha luogo « alcun effetto di questa specie »...

« Venendo ora alla Meteorologia, mi sembra, che se la Teoria del Sig. « VOLTA fosse fondata, tutte le *pioggie repentine* dovrebbero essere accompagnate da *scoppj di tuono*; ed anzi che ogni qualunque *pioggia* dovrebbe produrre un grande aumento di *fluido elettrico* nell'Atmosfera; il che però non « ha luogo... Il *Tuono* romoreggia ordinariamente nelle *Nubi* prima che *piova*,

(a) Op. cit. Sect. III. du Tonnerre.

« e nel tempo che le Nubi vanno ingrossando. Ora, seguendo l'ipotesi del Sig. VOLTA, non dovrebbe avervi allora alcuno sviluppo di *fluido elettrico*, « poichè non s'è formato ancora punto di acqua ».

Mi sia permesso di fare alcune osservazioni su questo squarcio del Sig. DE LUC, che serviranno a dissipare in un colle obbiezioni recate, altre difficoltà da lui mosse qua e là nel corso dell'Opera citata, e ad illustrare alcuni punti non ancora da me schiariti. In primo luogo non so perchè, contento di riportare unicamente la sperienza dell'acqua spruzzata sui carboni accesi, tralascia egli tutte quell'altre, in cui e colla semplice evaporazione dell'acqua sopra lastre riscaldate, e colla produzione di diverse arie, e colla pura combustione de' carboni, io avea ottenuto costantemente l'istessa elettricità *negativa* nell'apparecchio isolato: esperienze, le quali, come si vede, aggiungono molto peso alle conghietture, che fin dappprincipio ne ricavai.

In secondo luogo ei conchiude dalle sperienze del Sig. DE SAUSSURE ciò, che nè dice, nè pensa l'autore delle medesime; ciò che non si può da quelle in alcun modo ricavare: che *l'evaporazione rapida produca più sovente l'elettricità positiva, che la negativa*. Confrontisi il passo recato di SAUSSURE, anzi tutto l'articolo citato: e non dice egli apertamente, che l'acqua spruzzata sopra crogiuoli infocati di porcellana vi produsse costantemente elettricità *negativa*; e che, se non sempre, per lopp più fu tale anche co' crogiuoli d'argento? Anzi che quando si ebbe *positiva*, l'argento non era per avventura scevro di qualche lega di metallo impuro e calcinabile? In somma non attribuisce egli quest'anomalia dell'elettricità *positiva*, prodotta dall'affusione dell'acqua sopra il ferro e il rame infocati, all'alterazione che soffrono cotesti metalli e l'acqua medesima, convinto da tutte le altre sperienze che l'evaporazione sola, sia pur rapida quanto si vuole, lascia sempre elettrizzato *negativamente* l'apparato? Come dunque può dire il Sig. DE LUC che SAUSSURE abbia *distrutta con esperienze dirette la base, sopra cui s'appoggia la mia teoria*? Certo nol dice l'istesso Sig. DE SAUSSURE, il quale la tiene anzi confermata dalle sue stesse sperienze riferite nell'articolo tante volte citato (a).

Per ultimo suppone il Sig. DE LUC, che nella mia ipotesi la condensazione de' vapori, la quale fa che mettan fuori il fluido elettrico divenuto ormai ridondante, sia solo quell'ultima condensazione, che li riduce al primiero *stato di acqua*; quando io non mi sono mai spiegato così: ho anzi lasciato intendere fin da' primi cenni che ne diedi, che la condensazione de' vapori *elastici* invisibili in vapori crassi, ossia *vescicolari*, quella che li trasforma in nebbie e in nuvoli, quella è che sprema dirò così il fluido elettrico, e che fa che tali ammassi nuvolosi compajano fortemente elettrici *per eccesso*. Non ho nè detto, nè pensato mai, che bisognasse per cotal elettricità, che fossero i vapori ri-

(a) Veggansi i passi riportati nelle Note al principio della Lettera quarta.

dotti effettivamente in gocce di pioggia. Che più? Neppure l'addensamento in nuvoli io lo credei necessario; se non per l'elettricità molto forte, giacchè per la debole, che suol regnare a ciel sereno, stimai bastare un cominciamento di condensazione, qual è quello che soffrono i vapori a misura che nel salire incontrano strati d'aria più freddi, che li stringe per avventura in una nebbia, ma nebbia così rara, che punto non è visibile. « Ecco (io dicea nell'*Appendice* « alla mia Memoria *sul Condensatore* già citata) come nasce l'elettricità di « *eccesso*, che domina sempre più o meno nell'aria anche serena, a quell'al- « tezza, a cui i vapori cominciano a condensarsi; la quale è più sensibile nelle « nebbie, ove quelli si condensano maggiormente, e già si figurano in gocce; « e infine fortissima laddove le folte nebbie si agglomerano in nubi ». Non ricercava io dunque, fin d'allora, per far nascere la più forte elettricità, che i vapori si condensassero fino a risolversi in pioggia, ma soltanto fino a formar dense nebbie e nuvoloni scuri: e coll'aggiunto *già si figurano in gocce* non altro volea significare, che il passaggio dallo stato di *vapor elastico* trasparente a quello di *vapor nebuloso*, il quale essendo un aggregato di vescichette d'acqua, gli manca più poco a confluire in gocce. Così è: il vapor vescicolare differisce assai più dal vapor elastico, che dall'acqua; giacchè quelle vescichette o palloncini cavi son pur formati di una pellicola d'acqua, sono, si può dire, gocce vuote a differenza delle vere gocce, che son piene: epperò vi è tutta la ragione di credere che in cotal trasformazione dei vapori elastici in vescicolari si schiuda in massima parte quella dose eccedente di fluido elettrico, che i primi si aveano in virtù della loro straordinaria *capacità* appropriato; onde poi ne ribocchino i secondi, persa cotal capacità. Vi è, dico, tutta la ragione di credere, che tal vomito di fluido elettrico si compia nel trasformarsi che fanno i vapori elastici in vapori vescicolari; sicchè nulla più rimanga o almen poco da effondere, allorchè passano ulteriormente questi (condensandosi vieppiù, e rompendosi le vescichette) a formar gocce piene. Di qui è, che la formazione della nebbia al basso, e di un grosso strato nuvoloso all'alto, accresce prodigiosamente l'*elettricità positiva* dell'Atmosfera; e che la pioggia, come pioggia, punto o poco l'accresce: essa la trasporta bensì più vicino a terra, facendo l'ufficio di conduttore, e in tal guisa la comunica ai nostri Apparatî atmosferici; ond'è che vi rinvigoriscono spesso grandemente i segni al sopravvenir delle piogge. Dirò dippiù, che l'esperienza ne insegna, qualmente il cader delle piogge, anzichè accrescere l'*elettricità positiva* dell'aria tende a sminuirla, e a indurvi l'*elettricità negativa*; la quale infatti prende piede, e domina in quasi tutte le piogge. Come avvenga questo rovescio di elettricità, non per la formazione della pioggia (che, se non produce elettricità *positiva*, neppur dee produrne per se stessa di *negativa*), ma per effetto della sua caduta, avrò occasione di spiegare nelle seguenti lettere. Intanto il fin qui detto bastar potrà a sciogliere le obbiezioni sopra recate del Sig. DE LUC.

Ne resterebbe solo un'altra, ed è la niuna elettricità prodotta artificialmente coll'evaporazione lenta, quando pure una tale evaporazione, rassomigliandosi dippiù a quella che si fa naturalmente all'aperto, dovrebbe per poter inferirne che la mia teoria è giusta, produrre qualche elettricità. A questo rispondo, che son persuaso che se ne produca; ma così poca, che non ha potuto ancora rendersi sensibile ne' piccioli nostri apparati, e nelle circostanze in cui ci troviamo per tali sperienze: e ciò massimamente perchè è troppo scarsa l'evaporazione, se non si ajuta con un sufficiente grado di calore. A buon conto dove prima io non otteneva segni elettrici che colla combustione, collo spruzzar acqua su' carboni accesi, o col far bollire fortemente l'acqua medesima; son giunto ora ad ottenerne di debolissimi, è vero, ma pur sensibili coll'acqua evaporante per un calore di molti gradi inferiore a quello dell'ebullizione, come ho già fatto osservare. Del resto non dobbiamo essere sorpresi, che manchino i segni di elettricità con una troppo lenta evaporazione, se spesso mancano pur anco con una forte e rapida. Dipende ciò da circostanze, che non conosciamo ancora bene. Io mi lusingo però di averne scoperte alcune, quali favorevoli, e quali nocive a tal produzione dell'elettricità; e sono parte quelle che ho già spiegate, parte alcune altre facili a intendersi coi medesimi principj. Così ^[1] p. e. s'intende come e perchè un calor troppo intenso, sia del crogiuolo od altro recipiente in cui si spruzza l'acqua per ridurla in vapori elastici, sia del braciere o fornello su cui si pone la caffettiera od altro vaso per farla bollire, come, dico, un calor troppo intenso divenga pregiudizievole anzichè: la ragione è, ch'esso distrugge quasi intieramente l'*isolamento*, rendendo l'aria tutt'all'intorno *deferente*; ed eccita in essa una corrente, che dissipa l'elettricità a misura che si eccita, come si è veduto parlando della combustione e della fiamma.

La grande quantità di vapori vescicolari nuoce essa pure non poco all'isolamento. Ecco perchè anche col far bollire fortemente l'acqua, e con tutte l'altre circostanze favorevoli (di un vaso profondo ec.) essendo impossibile che i vapori elastici che s'alzano in copia vadano esenti da un miscuglio più o men grande di vapori vescicolari, non si ottiene mai un'elettricità così forte come colla combustione de' carboni (moderata nel modo che ho sopra spiegato), la quale non esala che dei vapori della prima specie, dei vapori secchi e trasparenti.

Per conchiudere, e ridurre in poco ciò che concerne l'origine dell'Elettricità Atmosferica, a me sembra di avere tutto il fondamento di credere, che siano non già i vapori nebulosi o vescicolari, ma sibbene i vapori elastici trasparenti, tanto acquosi che d'altra materia, che s'alzano da Terra, quelli che

[¹] A partire da questo punto, l'argomento svolto in questa « Lettera sesta », trovasi pure trattato in H copia 5 ed in I 34 γ.

[Nota della Comm.].

spogliano essa Terra, e successivamente gli strati dell'Atmosfera per cui passano, di fluido elettrico, fino a che han soddisfatta la loro esigenza, si sono appropriata cioè tutta quella dose, che ricerca *la loro grande capacità*: che quegli altri vapori vescicolari, le nebbie ec. vengano al contrario, non altrimenti che la rugiada e le piogge, a restituire agli strati inferiori dell'Aria più impoveriti, e alla Terra questo medesimo fluido; e a ricondurvi l'equilibrio: che in somma il passaggio dei vapori dall'indole e forma elastica a quella di vescichette, oppur di gocce, li porti allo stato di elettricità *in più*, e viceversa.

Tuttociò mi pare ben provato. Or chi sa, che la ridondanza di fluido elettrico che risulta dalla trasmutazione dei vapori elastici in vescicolari, non sia una delle principali cagioni di cotal conformazione singolare? E non potrebbe questo fluido sovrabbondante concorrere ad accrescere la leggerezza specifica delle vescichette, gonfiandole, estendendone la pellicola? Non potrebbe il medesimo costituire in gran parte, se non in tutto, quel fluido sottile di cui son piene tali vescichette, o quell'atmosfera onde ciascuna va involta come da un velo (a)? Cosa sappiamo noi delle sue *affinità*, e adesioni ai corpi estremamente piccioli? La sua grande fluidità ed espansibilità già non osterebbero che potesse attaccarvisi e rimaner aderente, come non ostano all'acqua e all'aria di rivestire di una pellicola e di un velo diversi corpi [1]. Se si riflette ai fenomeni dei tubi capillari; agli aghi d'acciajo ec. che galleggiano sull'acqua mercè di una lamina d'aria che sta loro aderente; a dei pezzi di pietra, di metallo, e d'altri corpi, che tuffatti nell'acqua medesima si mostrano tutti tempestati di bolle d'aria a guisa di perle; se si considera che una goccia d'acqua o d'altro liquore, una bolla d'aria, non obbediscono tanto alle leggi idrostatiche e pneumatiche, quanto ad altre leggi e ad altre forze contrassegnate col nome di *forze mutue, attrazioni, affinità*; si concepirà facilmente, che anche il fluido elettrico ridotto del pari a picciole molecole, e ad aggirarsi intorno a corpi estremamente piccioli, quali sono le nostre vescichette, può per avventura comportarsi diversamente da quando trovasi in istato d'aggregazione, e opera sopra masse più grandi; può modificare

(a) Quest'atmosfera involgente ciascuna vescichetta, onde son formate le nebbie e il fumo, ne viene, oltre altri indizj, manifestata da che difficilmente si adducono al contatto fra di loro, e cadendo sopra qualche corpo, e fin sull'acqua, or ne rimbalzano, or vi rotolano sopra senza mescervisi, or scosse da qualche soffio o da altro volan via di nuovo ec. Veggasi sopra di ciò l'eccellente Opera del Sig. DE SAUSSURE: *Essais sur l'Hygrometrie* 1783. *Essai III. Chap. II. des Vapeurs Vesciculaires* ec. §. 210. e seg., ove egli pure sospetta, che il fluido elettrico possa formare quell'atmosfera, che veste tai palloncini, e ne impedisce il contatto immediato coll'acqua.

[1] In *H copia* 5 termina, a questo punto, lo svolgimento dell'argomento: quanto segue, in questa « Lettera sesta » Br. Bibl., trovasi riassunto in un foglio unito ad I 34 γ. [Nota d. Comm.].

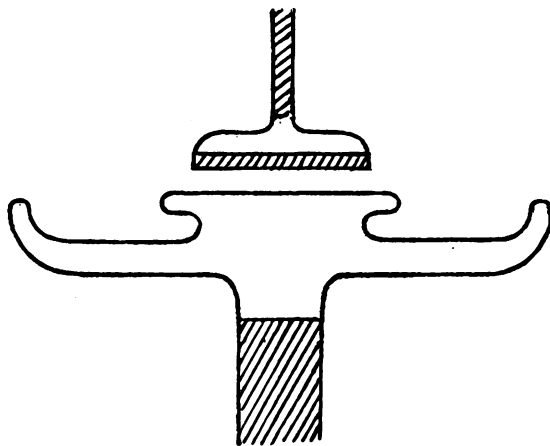
que' corpicciuoli, e venirne egli medesimo modificato, in maniera di produrre tutt'altri effetti che quelli conosciuti dell'elettricità, obbedendo meno alle leggi di questa, che alle *forze mutue*, il cui impero è sì grande ne' minimi corpi. È, dico, facile il concepire, che il fluido elettrico assoggettato a queste forze si comporti di tutt'altra maniera che l'ordinaria de' fenomeni elettrici, in cui agisce in vigore di pressione e di espansibilità; che operi allora di una maniera a noi per anco non ben conosciuta; non altrimenti che il flogisto, il fluido igneo, la luce, molto più analoghi ancora al fluido elettrico che l'aria od altro fluido, oltre il giuoco che hanno nell'infiammazione e in altri fenomeni di questo genere, in cui campeggiano, dirò così, a faccia scoperta, producono diversi altri effetti meno appariscenti, ma non meno reali, mercè della loro aderenza e combinazione colle particole de' corpi, concorrono cioè a costituire le loro proprietà specifiche, a dar loro abito e forma diversa. Così è: il fluido igneo e il flogisto, indipendentemente dai fenomeni del calor sensibile e della combustione, modificano in molte altre guise i corpi a cui s'attaccano; cambiano singolarmente la loro aggregazione, rendendoli da solidi e fissi, liquidi, volatili, aeriformi. Or il fluido elettrico, quell'agente non men universale del fuoco e del flogisto, e che ha tanti altri rapporti coll'uno e coll'altro, vorrem dire che sia limitato alle sole funzioni dell'elettricità viva, movente, e che ne dà nell'occhio; e che per nulla intervenga a modificare sostanzialmente i corpi? E coll'occasione che ci si presenta egli da sè, senza andar a cercarlo da lontano, opportunissimo, come sembra, per modellare i vapori vescicolari, e dar loro le ali, vestendoli d'un leggier velo; non ne terrem conto, non gli assegneremo almen per ipotesi tal impiego? Molti altri dobbiam credere ch'egli ne compia nelle mani della Natura, che forse scopriremo un giorno, quando meglio ci sarà nota la costituzione sì di questo, che di tanti altri fluidi sottili, incoercibili. Ma lasciamo per ora tali speculazioni, e conghietture troppo vaghe: ci ritornerò forse in altra occasione con miglior corredo d'osservazioni.

Sono ec.

AGGIUNTE E NOTE DELLA COMMISSIONE.

Dalle fotografie dei cimeli scientifici del V., possedute dal R. Ist. Lombardo, si riproduce, nella tavola unita a questo Numero, quella di un apparato destinato a dimostrare lo svolgimento dei segni elettrici nell'evaporazione. Il prof. Luigi Magrini, Segretario della Classe di Scienze del R. Ist. Lombardo, presentava nel 1864, al R. Ist. insieme ad una relazione « Sull'importanza dei cimeli scientifici e dei manoscritti di Alessandro Volta », un elenco dei cimeli scientifici del V., che egli aveva studiati ed ordinati (Solenni adunanze del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere; adunanza del 7 agosto 1864). In questo elenco il sopra citato apparato è richiamato colle seguenti indicazioni: « Condensatore per ottenere i segni elettrici colla evaporazione dei liquidi ».

Nella relazione, a proposito del medesimo apparato, si trovano le seguenti parole: « Un vaso metallico isolato, che troverete fra i cimeli, da cui l'acqua svapora, diventa elettrico perchè, nel passare dallo stato liquido allo stato aeriforme, quell'acqua toglie dai corpi coi quali è in contatto, non solamente del calore, ma anche dell'elettricità. Epperò l'elettricità dev'essere parte integrante delle grandi masse di vapori, che si formano giornalmente a spese delle acque del mare, dei laghi e dei fiumi. Nè vale il dire, sapersi in oggi che non riesce l'esperienza quando si opera coll'acqua distillata: imperciocchè, in primo luogo non crediamo che ciò sia per anco abbastanza provato; in secondo luogo tal circostanza, posta anche fuori d'ogni dubbio, non attenua per nulla la importanza meteorica dell'esperimento di Volta, per la ragione che l'acqua dei mari, dei laghi e dei fiumi non è mai perfettamente pura ».



Di questo apparato si dà qui il disegno schematico, nel quale sono tratteggiate le parti costituite di materia isolante, ed in bianco quelle metalliche. Per ovvie ragioni di chiarezza, allo strato di ceralacca, steso sulla superficie inferiore dello scudo munito del manico isolante, è stato, in questo schema, attribuito uno spessore notevole, mentre in realtà esso deve essere molto sottile.

XC.

LETTERA AL LICHTENBERG
IN CONTINUAZIONE AL PRIMO GRUPPO DI LETTERE
SULLA METEOROLOGIA ELETTRICA

1787.

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: I 36; I 35.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: I 36 ed I 35 portano la seguente indicazione autografa: « *Let.^e 6.^{me}* ».

DATA: ripetutamente emerge dal contesto di I 36 ed I 35, essere ambedue questi Mns. redatti nel 1787.

I 36: è la redazione autografa di una lettera in francese diretta dal V. al prof. Lichtenberg di Gottinga, in continuazione alle precedenti cinque, Cart. Volt. H copia 1, H copia 2, H copia 3, H copia 4, H copia 5, che il V. aveva realmente fatte recapitare al Lichtenberg: queste, tradotte ed ampliate, vennero a costituire le prime sei Lettere Br. Bibl. pubblicate nel precedente N° LXXXIX.

In questo Mns. I 36, costituito da 18 fogli completi, i quali portano l'indicazione, pure autografa, di « *Let.^e 6.^{me}* », il V. tratta dello svolgimento dell'elettricità negativa dovuta alla spruzzaglia sollevata dalle cascate d'acqua, discute le sue ipotesi sull'origine dell'elettricità atmosferica e sui fenomeni a questa inerenti, indi espone le sue idee sulla formazione della grandine, sul periodo dei temporali e sui fenomeni meteorologici che ne conseguono. Questa lettera non venne realmente fatta recapitare dal V. al Lichtenberg, come risulta da una nota posta in principio alla « *Lettera settima* » Br. Bibl., che si pubblica nel N° XCII (A) di questo Volume. Per quanto riguarda gli argomenti svolti, del Mns. I 36 rimase inedita la parte contenuta negli ultimi tre fogli: tutto il resto, tradotto in italiano, completato coll'aggiunta di parti nuove, spesso rifiuto in

più ampi sviluppi, fornì al V. materia per discorsi, lettere scientifiche e memorie, per un periodo di tempo che si protrae sino a trent'anni dopo la redazione di I 36. I discorsi del V., che svolgono argomenti trattati per la prima volta in I 36, sono:

K 7, 1788: sulla grandine; è richiamato nel N° XCIX.

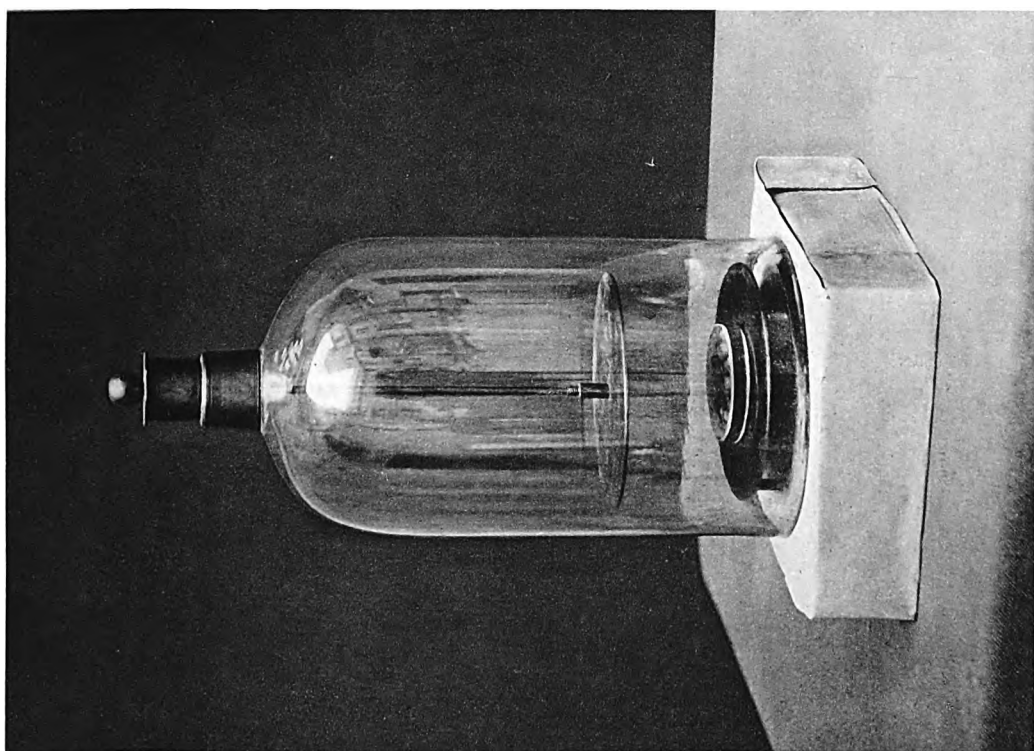
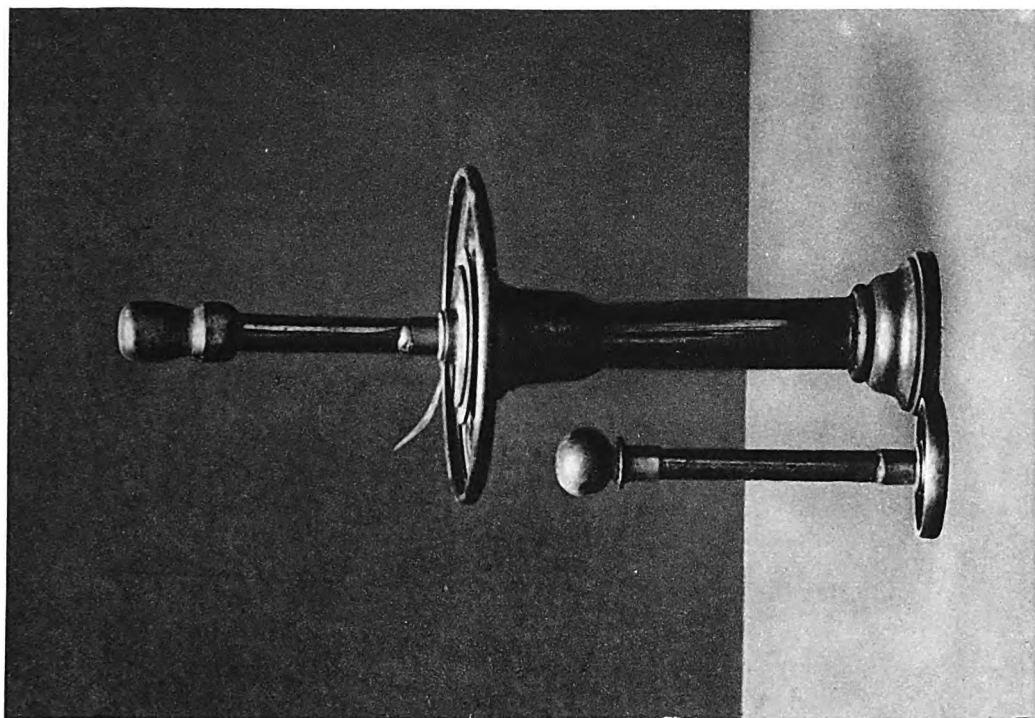
K 8, 1789: sull'elettricità delle cateratte; è richiamato nel N° XCII (A).

K 26, 1790: sul periodo dei temporali; è richiamato nel N° CII.

Questi discorsi rimasero inediti, ed il loro contenuto risulta completamente assorbito, spesso anche letteralmente, dalle memorie e lettere scientifiche, le quali, ad intervalli di tempo, talvolta anche di molti anni, vennero successivamente pubblicate. Questi lavori editi dal V., che ripetono le loro origini da I 36, sono precisamente: le Lettere sulla Meteorologia elettrica, pubblicate in Br. Bibl. dal 1789 al 1790 (vedasi il N° XCII di questo Volume); la Dissertazione sulla grandine, pubblicata nel 1806 nelle Mem. dell'Ist. Naz. Ital. (vedasi il N° XCIX di questo Volume); infine la lettera al Configliachi sul periodo dei temporali, pubblicata nel 1817 in Br. Giorn. Fis. (vedasi il N° CII di questo Volume).

In questo Numero si dà per intero I 36, per la visione sintetica che in esso il V. mostra di aver avuto sin da principio, intorno agli argomenti che più tardi tornarono ad essere oggetto della sua considerazione. Nella pubblicazione si rispettano le grafie del Mns., il quale si presenta come una minuta ripetutamente corretta.

I 35: è una prima minuta autografa di I 36, stesa su sei grandi fogli, i quali portano l'indicazione, pure autografa, di « Lett.^{re} 6.^{me} ». Questo Mns. presenta numerose correzioni ed aggiunte, e non si pubblica perchè è completamente assorbito da I 36, che contiene, in più, notevoli aggiunte.



1. Apparato destinato a dimostrare lo svolgimento dei segni elettrici nell'evaporazione (N. LXXXIX (F), pg. 189).
2. Apparato destinato ad illustrare l'ipotesi della formazione elettrica della grandine nei temporali (N. XC e N. XCIC).

(Dai cimeli scientifici di A. Volta, già posseduti dal R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in Milano).

THE HISTORY
OF THE
UNITED STATES

Lettre 6.^{me}

J'avois mis le sceau à la lettre précédente, comptant qu'elle dût être la dernière, comme je vous l'avois promis; lorsque une très-belle découverte de Mr. TRALLES Professeur de Physique à Berne, avec qui j'ai eu occasion de faire connoissance il y a quelques semaines, reveillant dans ma tête une foule d'idées, je ne pus résister à la tentation de reprendre la plume pour m'entretenir encore une fois avec vous d'un sujet si intéressant. Ne dédaignez donc pas, Monsieur, cette 6.^{me} lettre, que je joins comme un appendix aux dissertations contenues dans les autres, principalement dans la 5.^{me}. J'avois presque fini ce nouvel écrit au commencement de 7.^{bre}, lorsque un voyage que je fis à Genève me le fit interrompre: à présent que me voila de retour, et libre d'occupations pour quelques semaines qui me restent encore de vacances, je vais le repaster, y ajouter quelque petite chose, et vous l'envoyer tout de suite.

Je pense que la découverte, dont je vais parler, vous est connue à cette heure: peut-être même elle vous le fut avant qu'à moi; car je ne l'appris que vers la moitié d'Août de Mr. TRALLES lui-même, qui vint me voir à Côme. Il se peut cependant que vous n'en soyez pas encore informé: quoi qu'il en soit je vais la rapporter, et y joindre mes propres expériences avant que de passer à des réflexions ultérieures.

Mr. TRALLES donc a observé, qu'une cascade très-forte et très-abondante, de sorte que l'eau soit extrêmement divisée, formant une pluie fine comme la poussière, et un brouillard épais tout autour, produit une électricité *négative* fort sensible, dont il a obtenu des signes très-marqués en présentant à ce brouillard et à cette pluie imperceptible l'électrometre atmospherique, dépourvu même de sa verge, et armé seulement de son parapluie.

Depuis ce tems j'ai eu occasion de repeter souvent cette belle expérience, qui m'a très-bien réussi non seulement par de grandes chutes d'eau, mais aussi par de petits ruisseaux, qui tomboient en se brisant contre des rochers; non seulement par des cascades proprement dites, qui étoient superieures à ma tête, mais encore par de gouffres d'eau qui bouillonnoit et rouloit ses ondes écumeuses sous mes pieds, lorsque je me plaçois sur les bords d'un torrent ruineux. Ce fut à l'occasion de mon dernier voyage à Genève, que je fis la plupart de ces expériences: passant par la montagne de *Simplon* dans le Valais, durant tout le cours de la *Diveria*, qui est du côté d'Italie, je ne perdis aucune occasion: toutes les fois qu'il s'offroit une cascade, je me présentais à elle l'électroscope armé de sa baguette en main; je me presentais tantôt en face, tantôt de côté, et à une distance plus ou moins grande, quelquefois même par choix, ou par nécessité en deça du torrent qui occupoit le fond de la vallée, la cascade étant en delà. Or il suffira de dire, que j'obtins presque toujours des signes très-marqués d'électricité *en moins*. J'en obtins lors même que la masse d'eau tombante n'étoit pas grande chose, lorsque ce n'étoit gueres qu'un ruissau, qui s'éparpilloit par l'impétuosité de sa chute, et lançoit des gouttelettes, et s'enveloppoit d'un brouillard épais; de sorte que je ne doute point qu'on ne puisse obtenir le meme phénomène par un jet d'eau artificiel, par une de ces fontaines saillantes, qui décorent nos jardins, lorsqu'elles seront telles, qu'il s'en repande autour cette espece de brouillard, et une pluie très-fine.

Pour ce qui est des chutes d'eau, qui restent sous nos pieds, de ces formant des cataractes, abîmes où s'engoufrent les ondes bruyantes des torrents, je n'ai eu des signes d'électricité que lorsque le corps d'eau étoit assez gros, et le bouillonnement si fort, qu'il en jaillissoit de ses flots écumeux des gouttelettes en forme de cette pluie fine, déjà mentionnée, et qu'une espèce de fumée ou de brouillard s'élevoit avec elle jusqu'au dessus de l'électroscope, que je présentais de côté, et un peu incliné.

On voit par tout ce que je viens de rapporter, qu'il n'est pas besoin d'une aussi grande cascade, que celles du *Staubach* ou de la *Pissevache* pour constater le phénomène d'électricité dont il s'agit; quoiqu'il soit vrai qu'avec de telles cascades on a des signes incomparablement plus forts, et à une distance beaucoup plus considerable: les petites balles, ou pailles de l'électroscope s'écartent autant qu'elles peuvent s'écarter, et vont toucher les parois de la cloche, si elle n'est pas assez large. Au surplus cette électricité n'est pas simplement *de pression*: qu'on la détruise en touchant le chapeau de l'Electroscope, elle renaît à l'instant ec. Il faisoit un vent assez fort, lorsque je visitai la seconde des cascades susnommées, (ce fut le 8.^{me} 7bre), qui rejettoit du côté de la montagne les gouttelettes, et la fumée ou brouillard; malgré cela l'électricité se faisoit sentir à plus de 100. pas de là, jusque sur

le grand chemin, où pourtant la pluie fine n'atteignoit pas, au moins elle n'étoit guere perceptible.

Voilà les faits. Pour ce qui est de l'explication je ne doute aucunement, et je suis persuadé, que vous n'en douterez pas non plus, Monsieur, que l'électricité dont il est question ne soit un effet de l'évaporation; quoique l'auteur de la découverte dans un petit mémoire imprimé en allemand penche plutôt à l'attribuer au frottement des particules de l'eau contre l'air. M'étant longuement entretenu avec lui sur ce sujet, aussi bien que sur l'électricité produite par l'évaporation artificielle, la combustion ec. et lui ayant montré quelques unes de mes expériences la-dessus, dont il fut fort satisfait, je n'eus pas de peine à le faire revenir d'une telle opinion, qui ne paroît appuyée d'aucun fait analogue, et à le ramener à la mienne fondée sur un grand nombre d'expériences. Mr. TRALLES convient donc à présent avec moi sur la cause immédiate de cette électricité: il considère avec moi le grand volume d'eau tombante, de gouttelettes éparpillées, et de vapeurs nébuleuses que présente une cascade, il considère, dis-je, tout ce volume ensemble, ce grand nuage, comme étant sujet à une émanation de vapeurs plus subtiles à sa surface, de vapeurs élastiques transparentes, qui s'élancent hors de ce même nuage, et se dissolvent dans l'air environnant plus chaud et plus sec: évaporation prodigieusement accélérée par la très-grande division et agitation de l'eau. Il voit alors qu'en conséquence d'une telle évaporation extérieure, toute cette colonne d'eau avec le nuage qui la revêt, doit, suivant mes principes, qu'il adopte, s'électriser *en moins* en tant qu'elle souffre la perte d'une quantité de fluide électrique, que s'approprient les dites vapeurs élastiques, et qui y devient *latent*, vu leur grande *capacité*, de même qu'il arrive à la matière de la chaleur, qui devient pareillement *latente* dans les vapeurs, et donne lieu par-là à ce refroidissement qui accompagne l'évaporation.

Je ne puis m'empêcher de faire remarquer au sujet d'une analogie si frappante entre la matière électrique et l'élément de la chaleur (que je suis pourtant bien loin de regarder comme identiques, croyant le fluide électrique un *composé*, et un être simple celui de la chaleur); que dans le cas dont il s'agit, le froid qu'on sent toujours en approchant d'une cascade, et qui se repand même assez loin, est trop grand pour pouvoir être attribué à une simple communication de la fraîcheur propre de l'eau qui tombe; et par conséquent, il doit être produit par l'évaporation de cette eau qui doit donc être très-copieuse et très-rapide comme je l'ai supposée pour faire naître de même qu'un froid si considérable une électricité négative si marquée, l'un et l'autre de la même manière, savoir par l'engloutissement que font les vapeurs élastiques de la matière électrique aussibien que de celle de la chaleur, qu'elles rendent *latentes* dans le sens déjà expliqué.

Si on objectoit, que la colonne d'eau tombante partie en masse, partie

en gouttelettes étant un corps conducteur pourra toujours reprendre aux dépens de la terre autant de fluide électrique, que les dites vapeurs lui enlèvent, je répondrais qu'il s'en faut de beaucoup qu'elle en reprenne assez pour réparer sa perte continuelle, vu que l'eau elle-même n'est pas un conducteur très-parfait, que l'eau et l'air mêlés ensemble dans cet amas ou nuages qui fait le plus grand volume de la cascade, forment un conducteur plus imparfait encore qui ne peut pas charrier toute l'immense quantité de fluide électrique, qu'exige la foule de vapeurs élastiques qui se forment sans cesse, d'où résulte un *deficit*; et voilà l'électricité *négative* qu'on observe. Or si la masse nébuleuse et celle de l'air éparse de gouttelettes, n'est pas un conducteur suffisant, l'air environnant, où ces gouttelettes n'atteignent pas, et qui ne fait que recevoir et dissondre les vapeurs élastiques, l'est beaucoup moins; il est à peu-près isolant; et cependant il se dépouille lui-même de fluide électrique pour en fournir à ces vapeurs transparentes qu'il tient dans son sein, la dose dont elles ont besoin, et cette dose devient *latente*: de là l'électricité *négative*, qui se manifeste à des distances si remarquables des cascades, où ni le brouillard, ni la pluie fine arrivent, comme j'ai remarqué plus haut.

On pourroit croire que non seulement les vapeurs élastiques, mais aussi les vapeurs vésiculaires eussent la faculté de contenir, d'exiger pour l'équilibre une plus grande dose de fluide électrique que l'eau dont elles proviennent; et que par conséquent la formation de ces mêmes vapeurs, suffit à faire naître l'électricité *négative*, en rendant une quantité de ce fluide *latente* dans le sens déjà expliqué analogue à celui de la *chaleur latente*; il se pourroit, dis-je, que ces vapeurs vésiculaires eussent aussibien que les vapeurs élastiques, quoique en moindre proportion, une *capacité spécifique* plus grande que l'eau en état liquide; car le contraire que je tiens n'attribuant aucune électricité *latente* à ces vapeurs, n'est pas démontré absolument, comme je me suis expliqué dans la lettre précédente; il est pourtant fondé sur des bonnes expériences, sur une analogie frappante. Cette analogie regarde le *refroidissement* produit par l'évaporation en tant que les vapeurs élastiques acquièrent dans leur formation une *capacité* extraordinaire pour contenir la matière calorifique, de même que je soutiens qu'elles l'acquièrent pour la matière électrique. Quant aux expériences il me suffit de rappeler premièrement celles, où l'on parvient si aisément à électriser *en moins* l'appareil isolé, soit par la combustion des charbons, soit par l'évolution de quelque gas, soit enfin par l'ébullition de l'eau, en un mot par les procès où il y a évidemment production d'un fluide élastique: en second lieu les expériences où l'on réussit d'autant mieux à produire cette elec.⁶ qu'il se mêle moins de vapeurs vésiculaires aux vapeurs élastiques, comme lorsque l'eau bout violemment, et les parois du vase sont eux-mêmes fort échauffés et prolongés,

et surtout lorsque il n'y a d'évaporation que celle des charbons brulants sans fumée; enfin les tentatives inutiles, je veux dire l'électricité nulle ou presque nulle, lorsque toutes les vapeurs élastiques ou la plus grande partie se changent quasi à l'instant de leur production en vapeurs vesiculaires. Malgré tout cela il seroit encore possible que les vapeurs vesiculaires participassent, dans l'état moyen qu'elles tiennent entre l'eau liquide et les vapeurs élastiques, à la propriété de celles-ci rapport à l'électricité *latente*, qui vient de la *capacité* de contenir le fluide électrique en plus grande quantité que l'eau. Il seroit possible, dis-je, que les vapeurs vesiculaires ou nebuleuses participassent à cette propriété des vapeurs élastiques invisibles en un degré fort inférieur. Ces vapeurs vesiculaires exigeroient plus de fluide électrique que l'eau liquide, beaucoup moins pourtant que les vapeurs élastiques: et en cela l'analogie avec les phénomènes de la chaleur, sur la quelle encore nous avons appuyé, ne seroit peut-être pas rompue; se pouvant que ces memes vapeurs vesiculaires aient aussi une *chaleur spécifique* moyenne entre les vapeurs élastiques et l'eau. Dans cette supposition, comme ce ne seroit qu'un peu de *capacité* de plus, dont jouiroient les vapeurs vesiculaires, comparée à celle de l'eau, il ne seroit point surprenant qu'il n'y eût d'électricité *négative* sensible, que dans les évaporations de cette espece fort en grand, dans la formation d'une quantité immense de vapeurs vesiculaires, telle qu'elle a lieu dans les cataractes d'eau; et qu'elle réussit insensible dans nos mesquines expériences avec des cafetieres et des marmittes d'eau chaude fumante; à moins que cette eau n'entre en une forte ébullition, qui produit abondamment des vapeurs élastiques douées de beaucoup plus de *capacité* que les vesiculaires pour emporter le fluide électrique, et en laisser dégarni l'appareil isolé. Voilà tout ce qu'on pourroit attribuer aux vapeurs vesiculaires. Encore ne sont ce que des supposition purement possibles destituées de toute sorte de preuve. Ainsi suis-je déterminé de m'en tenir jusques-là à l'explication, que j'ai donnée ci-dessus du phénomène remarquable découvert par Mr. TRALLES: savoir attribuer aux seules vapeurs élastiques qui naissent à l'extérieur de la masse d'eau tombante, et du nuage ou brouillard dont elle s'enveloppe, et qui se répandent sans cesse dans l'air environnant qui les dissout, l'origine de cette électricité négative, qui s'y deploye.

Cette explication est analogue à celle, que j'ai conçue il y a quelque tems d'après quelques considérations deduites de mes anciens principes, rapport à l'électricité souvent *négative* des nuages. J'avois cru jusques là, qu'un nuage simple et solitaire, qui n'est, comme on sçait, qu'un brouillard, un amas de vapeurs vesiculaires flottantes dans l'air, ne pût déployer d'autre électricité que la *positive* à raison de la redundance de fluide électrique resultante de la conversion des vapeurs élastiques transparentes en cette espece de vapeurs nébuleuses ou vesiculaires douées d'une *capacité* beaucoup plus

limitée que les premières. Que par conséquent s'il y avoit des nuages électrisés *négativement*, ils ne pourroient être que *sécondaires*, réduits à cet état par l'*action* de l'atmosphère d'un premier nuage électrisé, comme on vient de dire *positivement*: étant connu, qu'un corps électrisé tend à produire l'électricité contraire dans un autre corps plongé dans sa sphere d'activité ec. C'est là l'explication, que j'avois donnée dans le Memoir déjà cité inséré dans les Transactions Philosophiques, de cette électricité *négative* si fréquente dans les orages, où l'on observe réellement, ou si on ne l'observe pas, il est aisé de supposer qu'on n'a pas à faire à un seul nuage étendu uniformément, mais à plusieurs, partie agglomérés, partie flottants les uns sous les autres ecc. Mais ayant poussé cette année plus loin les reflexions sur l'électricité produite par l'évaporation, les ayant communiquées à un de mes amis et Collegues Mr. PRESCIANI nouveau Professeur d'anatomie comparée dans l'Université de Pavie, il me fit entrevoir, que même un simple nuage isolé, une seule couche étendue pouvoit acquérir l'électricité *négative*: ce qu'une observation plus attentive à la marche de l'électricité dans les tems couverts m'avoit déjà fait soupçonner; puisque j'avois eu souvent des signes de cette électricité négative, le ciel n'étant pas orageux, et les nuages, quoique un peu noirs, me paroissant former une seule couche unie. Je commençai donc à considerer un nuage tout récemment formé, et revetu d'une forte électricité *positive*, comme de raison, comme les expériences directes sur les brouillards, (qui ne different des nuages que par l'endroit plus près de nous que les premiers occupent, ou par leur extension jusqu'à terre) le comprouvent; je commençai, dis-je, à considerer ce nuage sous un nouveau point de vue: sous celui d'un corps évaporant isolé. Cette nouvelle évaporation du nuage une fois formé n'est pas supposée gratuitement; c'est une chose qui doit arriver nécessairement dans plusieurs circonstances, et dont nous sommes souvent, témoins, lorsqu'un nuage s'amincit à vue d'oeil, et disparoit enfin en se dissolvant dans l'air environnant. Il y a toute apparence qu'une telle évaporation, ou resolution des vapeurs nebuleuses ou vesiculaires en vapeurs élastiques transparentes, doive avoir lieu principalement à la surface supérieure du nuage, qui se trouve en contact d'un air communément plus sec, et être augmentée beaucoup par les rayons du Soleil, qui donne dessus. Mais de quelque maniere qu'elle se fasse qu'elle soit plus abondante d'un coté ou de l'autre, il nous suffit de savoir qu'une dose de fluide électrique doit abandonner le nuage emporté par les vapeurs élastiques nouvellement formées qui en ont besoin; et cela d'autant plus aisément, que ce meme nuage est électrisé *positivement*. Or il est visible, qu'en continuant de fournir ainsi son fluide, cette électricité qu'il a *en plus* s'affoiblira successivement, jusqu'à tomber tout à fait. C'est là l'état du Ciel uniformément couvert, où l'on n'a plus aucun signe avec l'Electroscope atmosphérique.

Mais la chose ne reste pas là: l'évaporation du nuage, sa resolution en vapeurs élastiques continuant encore, il passe à l'état d'électricité *négative*, qui augmente de plus en plus ec.

Cette gradation et ce passage de l'électricité *positive* à la *négative* du seul et même nuage, est un phénomène des plus importants pour la Météorologie électrique, qui merite par conséquent d'être constaté. Aussi ai-je fait cette année quelques observations dans cette vue, qui ont assez répondu à mon attente; cependant comme elles n'ont pas été suivies autant qu'il auroit fallu, et qu'au surplus je n'ai pu m'assurer avec toute la certitude qu'il n'y eût pas quelqu'autre nuage caché (dont l'atmosphère électrique positive auroit pu par son action renverser l'électricité du nuage que je contemplois, et que je voyois passer à l'état *negatif*) je ne crois pas à propos de rapporter ici ces observations trop imparfaites encore. En attendant donc, que je puisse rassembler des preuves non équivoques, pour convaincre les autres et pour me satisfaire moi-même il faut que je me contente des raisonnements allégués; et d'une parité, que voici.

J'ai souvent électrisé *en plus* mon appareil *isolé* pour l'ébullition de l'eau, pour la production des gas, et pour la combustion: j'ai vu par l'émission des vapeurs élastiques tomber peu-à-peu cette électricité, et enfin naître et s'augmenter jusqu'à un certain point la *negative*. Voila, me disois-je, une representation en petit du nuage *isolé* en l'air et *évaporant*, qui passe de même par gradation de l'une à l'autre espece d'électricité.

Il faut à présent aller au devant d'une objections, qu'on pourroit me faire. Tout nuage suivant les principes de ma théorie de l'électricité atmosphérique, doit se trouver, lors de sa formation, surchargé de la quantité de matiere électrique, qui étoit auparavant *latente* (selon l'expression adoptée) dans les vapeurs élastiques, correspondamment à la *capacité* extraordinaire qu'elles avoient dans cet état, capacité maintenant retrecie par leur condensation en vapeurs vesiculaires. Cela posé, une nouvelle conversion en vapeurs élastiques que peut-elle faire? Elle ne peut qu'emporter cette même matiere électrique redundante, et la rendre comme auparavant *latente*; encore faut-il pour cela, que tout le nuage soit redissout: mais il ne l'est pas dans notre supposition, où une partie de ce nuage reste; une partie même fort considerable. Comment donc concevoir, que cette partie qui reste ne retienne pas un residu correspondant de sa premiere électricité *positive*? Comment lui seroit-elle enlevée entierement, et de plus une partie de sa dose naturelle de fluide électrique au point de reduire ce nuage restant à une électricité *negative* fort sensible? La reponse à cette difficulté se presente d'elle-même, pour peu qu'on reflexisse. Le nuage n'est pas si tôt formé, que deployant une électricité *positive* assez forte, correspondante à l'excès de fluide électrique dont il se trouve chargé, ne peut qu'en laisser échapper de tout

coté une quantité, que lui enlèvent aisément l'air même environnant, à l'aide des vapeurs qui le rendent humide, les montagnes, les arbres ec. Qu'on pense par-là de combien il doit se décharger dans l'espace de quelques heures: de la plus grande partie, sans doute. Qu'alors l'évaporation survienne, ou qu'ayant commencé de bonne heure, elle aille en augmentant sans cesse, l'évaporation, dis-je, qui convertit de nouveau une grande partie du nuage en vapeurs élastiques; on comprend, que la dose de fluide électrique requise pour rassasier ces vapeurs, et qui s'en ira avec elles, peut, non seulement égaler le residu d'électricité *positive* du nuage qui reste, mais le surpasser, et même de beaucoup, ce qui doit produire autant d'électricité *negative*. Qu'on se rappelle le brouillard qui enveloppe une cascade: il devient électrique *en moins* par l'évaporation qu'il souffre en dehors, par la transformation, comme j'ai expliqué des ses vapeurs vesiculaires dont il est composé en vapeurs élastiques: il en est de meme du nuage déjà depouillé de son électricité positive et évaporant de meme.

Maintenant que deviennent les vapeurs élastiques, qui se sont détachées de ce premier nuage? Elles restent invisiblement mêlées à l'air environnant, tant qu'il est en état de les tenir dissoutes; mais cet état change par l'accumulation de ces memes vapeurs au delà du terme de saturité, par la rencontre d'une couche froide, par un vent humide qui survient ec.; et alors elles se condensent de nouveau, et forment d'autres nuages de différentes formes et volume, et en différents endroits, dessus, dessous, et de tous cotés selon les circonstances du plus ou moins d'humidité, du plus ou moins de fraîcheur, des courants d'air ec. C'est ce que l'on voit arriver souvent, sur-tout en été, où un gros nuage donne naissance à plusieurs autres, soit isolés, soit en groupes, qui l'entourent de près, et à différentes distances. Outre ceux que nous voyons, il doit s'en former encore d'autres au dessus de la premiere couche, qui nous les tient cachés; d'autant plus, que l'évaporation de la surface supérieure de cette couche doit être ordinairement plus abondante par l'action du Soleil qui donne dessus; et que les regions plus froides d'en haut doivent plus aisément condenser les vapeurs qui y arrivent.

Tous ces nuages de seconde formation sont alors électrisés *positivement*, comme de raison; mais il peut arriver aussi à plusieurs d'entre eux de passer comme les premiers à l'électricité *negative*, les uns plus-tôt, les autres plus tard, selon les circonstances: voila alors les omologues se repousser, tandis que les électrisés contrairement s'attirent, se déchirent, des parties détachées s'élancent de l'un à l'autre, le fluide électrique se charge, tantôt sous forme invisible moyennant ces lambeaux oscillants et les vapeurs intermédiaires, tantôt sous forme visible par des éclairs: voila en un mot le commencement d'un orage, qu'il me suffit d'avoir ébauché, et ne veux pas suivre dans sa plus grande fureur, et dans ses complications multipliées

d'autres nuages accessoires, d'atmosphères électriques tour-a-tour formées et détruites, de chocs de vents, de tonnerres redoublés ec: phénomènes, qui s'expliquent assez bien par ce que nous connoissons des effets de l'électricité, et de ses loix.

Je m'arrêterai seulement un peu sur ce qui regarde la *grêle*, dont la formation est encore très-obscur, pour examiner si on ne pourroit pas l'expliquer suivant les principes posés ci-dessus [1].

On demande d'abord d'où vient le froid excessif capable de glacer ces nuages qui vont nous apporter la grêle, et qui ne paroissent pas toujours fort hauts, qu'on voit d'une couleur blanchâtre planer sous une voute de nuages plus obscures, et que nos paysans savent si bien désigner pour ce qu'ils sont, pour des amas de grêle toute formée? D'où vient un froid si prodigieux au milieu du jour, au fort de l'été, dans une region fort inférieure à celle des neiges? À cette question très-difficile je ne craindrais pas de répondre qu'un tel froid peut être produit en grande partie par l'évaporation du nuage, dont j'ai parlé ci-dessus, évaporation que je regarde comme extrêmement rapide dans les circonstances marquées, d'un Soleil vif, qui donne dessus le nuage, justement dans les heures et les jours plus chauds de l'année; d'une grande rareté et secheresse de l'air supérieur (*a*); de la disposition de la vapeur vésiculaire à se resoudre en vapeur élastique (vu que ces vésicules flottantes dans l'air, point adhérentes entre elles, dans un état même de repulsion, sont pour ainsi dire déjà acheminées à l'état de véritable vapeur élastique); enfin de l'électricité même, qui favorise puissamment une telle évaporation [2]: toutes ces circonstances conspirantes à une évaporation prodigieusement ra-

(*a*) Cette secheresse de l'air des hautes régions est prouvée par les observations des deux plus grands Physiciens qui se soient occupés de Météorologie, MRS. DE LUC et DE SAUSSURE. Voyez les *Recherches sur les Modifications de l'Atmosphère*, et les *Nouvelles considérations sur la Météorologie* du premier; et les *essais d'Hygrométrie*, et les *Voyages dans les Alpes* du second.

[1] *In margine il Mns. presenta la seguente nota:*

« voulant finir ici la lettre on dira)

« Je exposerai seulement quelques nouvelles observations sur la grêle, dont la formation est encore très-obscur; et j'essayerai de l'expliquer par les principes posés ci-dessus: cet essay « ferai le sujet de la lettre suivante...

« Lett.e 7.me

« J'ai pris sur moi une tâche trop difficile, celle d'expliquer la formation de la grêle, et je crains...

Di più trovati, senza riferimento speciale, quanto segue:

« : ce sera beaucoup si j'arrive à resoudre quelques questions là-dessus. Encore n'ai-je ».

[Nota della Comm.].

[2] *Con richiamo a questo punto appare in margine la seguente aggiunta incompleta:*

« Mr. CHANGEUX dans un memoir a aussi répété le froid extraordinaire qui forme la grêle d'une « évaporation extraordinaire du nuage; attribuant, comme il paroît, cette évaporation ».

[Nota della Comm.].

pide surtout de la surface supérieure du nuage, ne peuvent-elles pas être suffisantes à produire dans une région qui ne doit pas être chaude, mais tout au plus tempérée, un froid suffisant à congeler tout le résidu de ce nuage évaporant, ou une partie au moins à sa surface la plus exposée à une telle évaporation? On produit si aisément la glace ici bas, même en été, moyennant l'évaporation de l'éther vitriolique, par cela seul qu'elle est très-forte et très-rapide: or un nuage dans les circonstances décrites pourroit bien s'approcher de l'évaporabilité de l'éther, si non l'égaliser ou la surpasser: en voilà assez pour notre but.

Au reste quelle seroit la raison pourquoi les orages du midi sont les plus à craindre pour la grêle, et qu'au contraire il n'en tombe que très-rarement pendant la nuit, que qu'effrayants que soient dans ce tems les orages, et l'électricité foudroyante? Quelle seroit, je demande, la raison de cela; si ce n'est que l'évaporation, qui refroidit puissamment le nuage jusqu'à congeler ses vapeurs vésiculaires et les gouttelettes d'eau entremêlées, est surtout augmentée et accélérée vers le midi par les rayons du Soleil qui frappent ce nuage dans sa surface supérieure, et par l'air alors très-sec, qui s'assit dessus; tandis qu'au défaut du Soleil, et par l'humidité de la nuit une telle évaporation du nuage est beaucoup rallentie, si tant est qu'elle continue encore. C'est ainsi que j'explique un des plus grands paradoxes de météorologie, la formation de la grêle dans les tems plus chauds; la congélation des vapeurs dans les régions tempérées de l'air, par la force même du Soleil qui frappe les nuages: alors la remarque que la présence du Soleil, et l'action vive de ses rayons concourt presque indispensablement à la formation de la grêle rentre dans la théorie, et au lieu d'une objection, nous fournit une nouvelle preuve.

Une autre difficulté, que présente la grêle vient de la grosseur et de la constitution de ses grains formés presque toujours de plusieurs couches distinctes de glace. Nous en voyons toutes les années dans notre Lombardie de la grosseur d'une noix. Or il n'est pas trop concevable comment des morceaux de glace si lourds puissent être soutenus comme il paroît qu'ils le sont tout le tems qu'on voit ces nuages blanchâtres chargés de grêle, voler sous la grande toile noire, qui couvre le Ciel: d'un autre côté supposant qu'ils grossissent ainsi, et se revêtent de toutes ces croutes de glace pendant leur chute, comme la plupart des Physiciens l'avancent assez légèrement, de quelle prodigieuse hauteur ne devraient-ils pas tomber pour en avoir le tems? Selon toutes les observations la plus grande hauteur de nuages ne va guères à 2. lieues: or un grain de grêle même de moyenne grosseur à bientôt parcouru avec le mouvement accéléré des graves cet espace; comment parviendrait-il donc en si peu de tems à la grosseur indiquée d'une noix, et quelquesfois d'un oeuf de poule? Car on voit aussi des grêles de cette grosseur.

Mais il y a plus: on en voit naître des houpes, et les nuages orageux, et particulièrement ceux qu'on designe pour des reservoirs de grêle, ne paroissent pas les plus hauts; au contraire ils paroissent occuper le plus bas étage, comme nous avons déjà remarqué. Nous voila donc obligé de supposer que ces grains, quelque lourds que soient, sont veritablement soutenus en l'air, et souvent pour un tems assez long. Mais par quelle force? On n'en peut imaginer d'autre, que l'électricité. Les nuages orageux doués d'une forte électricité doivent repousser vigoureusement ses parties exterieures: on voit en effet leurs bords dechirés, et leur surface gonflée en mammelons, des lambeaux qui se prolongent, se detachent même, et sont comme rejettés au loin. Or donc, considerons un de ces nuages, qui saisi par un refroidissement subit dans sa partie superieure en vertu d'une évaporation très-grande, comme on a déjà expliqué, a souffert un principe de congélation à cette surface, au point qu'elle se trouve parsémée de petites molecules de glace: n'est il pas visible, que ces molecules, ces embryons de la grêle poussés et rejettés en haut par la forte repulsion electrique du même nuage, se tiendront suspendus, à une distance convenable, de même qu'une plume est tenu suspendue par un tube de verre frotté, ou un autre corps fortement électrisé qu'on lui presente par dessous? Employant un large plateau, ou mieux un drap tendu horizontalement, et y entretenant une vigoureuse électricité, on peut tenir suspendu en l'air pour un assez long-tems non seulement des plumes des flocons de soie, des feuilles d'or paille, mais des petites balles de moelle de sureau: ce qui represente encore mieux les grains de grêle, suspendus, comme je suppose, au dessus du nuage électrique. Les plumes, les petites balles ne se tiennent pas là immobiles, et au même intervalle sur le drap ou plateau électrisé; mais dans une espece d'oscillation; celles-là s'élèvent et s'abaissent, d'autres tombent et se relevent un instant après. Enfin l'électricité s'affoiblissant jusqu'à un certain point, la danse finit, et les voila qui tombent sans plus se relever. Il en arrive autant aux grains de grêle; ils oscillent au dessus du nuage; plusieurs dépouillés d'électricité, et cédant à leur poids viennent toucher la surface de ce nuage, et s'enfoncent plus ou moins; mais bientôt ils en sont rejettés; seulement ceux qui dépassent le centre de ce même nuage, l'emportant sur sa force de repulsion, ne se relevent plus, et viennent à terre: ce sont les grains solitaires, qui s'échappent par ci par là, avant coureurs de la grêle épaisse, qui va suivre: enfin car le jeu de ces autres qui voltigent au dessus du nuage n'est pas éternel; il dure seulement un tems plus ou moins long, jusqu'à ce que leur masse accrue par des nouvelles incrustations, et la repulsion qu'ils essayent de la parte du nuage diminuée à cause de l'électricité qui se dissipe sans cesse ou par des fréquentes decharges, ou par une lente communication, ces mêmes grains entrainés par leur poids se précipitent en foule sur la terre qu'ils ravagent.

Voilà comment je pense qu'on peut expliquer la suspension de la grêle en l'air, suspension nécessaire à sa formation complète, et au grossissement de ses grains, en ne supposant qu'une seule couche de nuages fortement électriques. Maintenant si nous aurons recours à une supposition très-vraisemblable de deux couches, l'une sur l'autre, ou de plusieurs électrisées contrairement l'explication deviendra beaucoup plus aisée. Nous pourrons alors nous représenter ces grains non seulement suspendus et flottants, mais dans une vive agitation et comme ballottés entre les deux couches électrisées l'une *en plus*, l'autre *en moins*; de la même manière que des corps légers de toute espèce, et jusqu'à des balles de liège qui ne sont pas extrêmement petites, ni fort légères, dansent entre deux plateaux dans nos expériences électriques de cabinet. Pour avoir sous les yeux une image plus ressemblante on peut faire danser un grand nombre de balles de moelle de sureau entre deux draps tendus horizontalement un sur l'autre à la distance de quelques pieds, et électrisés un *positivement*, l'autre *négativement*: ce qui auront vu ce jeu quand même ce ne soit pas des Physiciens n'auront pas de difficulté à concevoir qu'il se passe la même chose beaucoup plus en grand là-haut entre deux couches de nuages si tôt qu'on leur aura démontré que ces nuages orageux possèdent une électricité incomparablement plus forte que celle que peuvent exciter nos machines; et les Physiciens instruits d'avance de cette électricité, et de sa force, et qui en savent apprécier les effets, ne douteront guère de la possibilité du phénomène, j'ose dire qu'ils lui trouveront au moins de la vraisemblance, s'ils veulent seulement admettre dans ces orages qui vont fondre en grêle, les deux couches de nuages séparées par un juste intervalle, et électrisées contrairement, comme je les suppose.

L'existence de plus d'une couche de nuages dans plusieurs orages ne peut être révoquée en doute, non plus que l'électricité contraire des uns aux autres de ces nuages. Il n'y a personne, qui n'ait observé souvent, surtout dans les tempêtes, des nuages moins distants de terre, qui se promènent au dessous d'autres plus élevés; comme il n'y a pas de Physicien qui se soit un tant peu appliqué à l'électricité naturelle, qui n'ait observé dans le conducteur atmosphérique les passages fréquents et quelques fois soudains de l'électricité *positive* à la *négative*, et *viceversa* dans le fort des orages. Il pourroit donc tout au plus naître quelque doute sur la disposition, et l'arrangement trop régulier, qu'il semble que je donne à ces nuages, en les séparant justement en deux couches parallèles entr'elles et à l'horizont, et à un intervalle l'une de l'autre qui ne soit ni trop grand ni trop petit etc. À quoi je répondrai, que je ne prétends pas ni les deux couches précédemment ayant déjà dit qu'il peut s'en former plusieurs, ni une telle régularité, qui ne m'est pas nécessaire: ayant assez pour mon but que l'arrangement décrit ait lieu en gros, ou à quelques variétés près; et seulement, il faut le reporter, dans quel-

[illegible]

Brano di minuta autografa della lettera scritta dal Volta al Lichtenberg, in continuazione al primo gruppo di lettere sulla meteorologia elettrica. (Da Cart. Volt. I 36).

1111111111

1111111111

ques cas; car enfin la grêle n'est pas de tous les orages: elle est heureusement, au moins celle aux gros grains, assez rare.

Au reste on ne trouvera pas que la disposition des nuages en deux couches horizontales séparées d'un intervalle suffisamment grand sans être immense et électrisées contrairement une à l'autre soit fort difficile, ni qu'une telle supposition soit arbitraire, si on réfléchit à ce que j'ai déjà fait remarquer, et qui est un des points sur lequel j'appuie beaucoup, c'est-à-dire que le Soleil qui donne dessus ces nuages de la première couche accélère beaucoup l'évaporation de leur surface supérieure, il en ressout une grande partie en vapeurs élastiques: car on comprend alors aisément, que ces vapeurs qui s'en élèvent rencontreront tôt ou tard un air assez froid pour être condensées de nouveau et former une seconde couche semblable à la première; avec la seule différence, que celle-ci deployera une forte électricité *positive*, tandis que la première déjà déchargée en grande partie moyennant plusieurs communications médiates ou immédiates avec la terre, et outre épuisée par la dite évaporation très-copieuse, est réduite à une électricité *negative* fort marquée, comme nous avons suffisamment expliqué. Or voilà les deux grands plateaux entre lesquels dansent les grains de grêle formés, comme je pense, au sein du nuage inférieur, sur-tout à sa surface supérieure, par le refroidissement qui saisit cette surface la première, refroidissement opéré par cette même évaporation comme on a vu.

J'ai parlé jusqu'ici de la grêle comme si ses grains étoient tout formés dès le commencement, et sans changer de figure et de constitution ne faisoient que grossir par des incrustations successives de glace durant tout le tems qu'ils voltigent entre les deux couches de nuages. Mais il faut reculer encore d'un pas et reconnoître qu'à leur première formation ils different entièrement des véritables grains de grêle; n'étant d'abord que des filets de glace, des petites étoiles de neige, telle qu'elle est produite par la congélation immédiate des vapeurs vésiculaires saisies d'un froid excessif; comme il est reconnu par tous les meilleurs Physiciens, et comme la formation du givre le demontre aux yeux; et mieux encore la belle expérience que firent par hazard les Academiciens Français en Laponie, et qui a été répété par d'autres Savants en Syberie, où ayant admis un air excessivement froid dans une chambre chaude et vaporeuse on la vit en quelques instants remplie de ces étoiles, ou petits flocons de neige, qui tomboient sur leurs habits, et sur le pavé. Ce spectacle étoit très-joli; mais il auroit été beaucoup plus agreable, s'il y avoit eu dans la chambre deux grands plateaux électrisés l'un *en plus* l'autre *en moins*, de voir ces flocons faire la *danse des pantins*, et représenter au naturel ce qui arrive, selon que je suppose, au milieu des orages, où se forme la grêle: je ne doute gueres, que si on eût soutenu long-tems avec l'électricité cette danse, et fourni assez de vapeurs pour maintenir une grande

humidité dans la chambre, ces flocons n'eussent pu se couvrir de quelques lames de glace et prendre la forme d'une grêle, au moins ébauchée, d'un gresil ec. Il vaudroit certainement la peine de repeter une telle expérience dans cette vüe; mais je ne sçais pas si quelqu'un voudroit aller exprès chercher les regions d'un froid si rigoureux.

Les flocons de neige qui se forment de la même maniere, dans la region des nuës, je veux dire par un froid excessif, qui saisit les vapeurs vesiculaires dont elles sont composées, doivent resulter d'autant plus gros et serrés, que ces vapeurs y sont plus rapprochées, le nuage, ou brouillard plus dense; et au contraire plus minces et déliés que ces memes vapeurs se trouvent plus clair-sémées. C'est ainsi que dans les regions du nord on voit en hyver, lorsqu'il gele très-fort l'air séreïn parsémé de points brillants, qui sont des atomes de glace formés des vapeurs éparces.

Une observation très-importante pour la Météorologie en général, et pour notre objet en particulier, est, que les vapeurs vesiculaires supportent, sans se geler, un froid beaucoup plus grand que celui qui glace l'eau, comme Mr. DE SAUSSURE le fait remarquer dans se *Essays d'Hygrometrie*, et comme il est aisé de se en convaincre. On voit souvent des brouillards tenir des heures et des jours entiers contre un froid de plusieurs dégrés sous le zero de REAUMUR: c'est alors que les extremités des branches des arbres, les chaumes, les poils des animaux ec. se couvrent de givre; et cela parceque les vesicules, qui libres et flottantes dans l'air bravent un froid si rigoureux, au contact d'un corps étranger qui les crevent et les resout en eau, cedent à la force congelante et forment les premieres lames, ou aiguilles, aux quelles comme à un point d'appui il s'en attache d'autres, prenant certaines configurations par une crystallisation particuliere à l'eau dans cet état. Pour les autres vesicules, qui restent hors de l'atteinte des corps terrestres, et constituent des brouillards hauts, ou des nuages, elles ne gelent, comme nous venons de dire, elles ne forment des flocons de neige, que lorsqu'un froid qui surpasse de plusieurs dégrés le terme de la simple congelation de l'eau, les saisit. Quelques-fois les petites gouttes d'une pluye étrangere, que distille par ex. un nuage superieur deviennent le points d'appui d'une semblable congelation. Voila comment s'engendre en hyver la neige par la temperature très-froide (j'entens beaucoup au dessous de zero) qui regne en cette saison à la hauteur des nuages: neige qui tombe aussitôt ou presque aussitôt que formée, les nuages n'étant pas orageux, c'est-à-dire n'étant pas animés d'une électricité assez vigoureuse pour soutenir en l'air les flocons, et les faire sautiller long-tems.

Il n'en est pas de même en été dans ces orages, où l'électricité est d'une force prodigieuse; où l'évaporation des nuages inférieurs aidée par l'action du Soleil à causé un froid extraordinaire, fort superieur à la temperature de l'air qu'occupent ces nuages, supérieur même à la simple congelation de l'eau,

en un mot assez grand pour y former des flocons de neige; où enfin ces flocons repoussés vivement par le nuage très-électrique auquel ils appartiennent, sont attirés avec autant de vivacité par les nuages supérieurs doués d'une électricité contraire, puis renvoyés aux premiers, qui les repoussent de nouveau et ainsi de suite.

C'est par cette danse, par ce ballottement, comme je le conçois, que les flocons de neige, premiers rudiments et base de la grêle, en prennent la forme, se revêtant d'une ou plusieurs croutes de glace, et se figurant en grains solides plus ou moins arrondis.

D'abord ils crevent les vesicules, qu'ils rencontrent sur leur voie, et qu'ils heurtent brusquement, et se couvrent par-là d'une pellicule d'eau; pellicule qui est bientôt glacée par ce froid que les dits flocons ont de reste, comme nous venons de voir.

L'observation assez connue, que chaque grain de grêle a ordinairement pour noyau une petite masse spongieuse, qui est une véritable neige, s'accordant parfaitement à l'explication que je viens de donner, est aussi très-favorable aux autres parties de mon hypothèse. On convient généralement que des flocons de neige sont la base de la grêle. Or j'aime à me représenter de semblables flocons d'une neige extrêmement froide (au delà du terme de la congélation de l'eau, comme j'ai insinué) dansants et sautillants entre deux grands plateaux de nuages électrisés contrairement l'un à l'autre; écrasants par ce mouvement tumultueux les vesicules interposées, qu'ils frappent; et acquérant ainsi des incrustations. Si ce jeu ne dure qu'un court espace de tems, voila qu'il ne tombe après qu'une grêle ébauchée très-petite, un *grésil*, produit de certains orages foibles et passagers. Au contraire si l'orage se soutient; si les nuages roulent un assez long-tems, toujours vagabonds; s'ils ne déchargent pas leur électricité, s'ils durent sans se dissiper en l'air, sans se précipiter et se confondre ensemble; si le froid extraordinaire continue toujours, tant en eux, que dans l'intervalle d'une couche à l'autre; les grains de grêle dans ces circonstances, et autres favorables, pourront arriver à force de nouvelles incrustations à une grosseur prodigieuse.

Il est vrai qu'il faut pour cela, pour soutenir et faire sauter des grains devenus si lourds, une force d'électricité, dont nous n'avons point d'idée: mais telle est effectivement celle des nuages dans de semblables orages. Pour s'en convaincre il suffit d'observer comment un amas de nuages orageux, qui ne se trouve pas élevé sur l'horizon de 45. degrés, affecte déjà si fort l'air serein qui est sur notre tête, que l'électroscope atmosphérique en donne des signes très-sensibles, non seulement lorsque l'électricité de l'orage est de la même espèce que celle de cet air, c'est-à-dire *positive*; mais encore lorsqu'elle est contraire ou *negative*. Qu'on juge quelle doit être la force électrique de ces nuages orageux qui étendent leur sphere d'activité à plusieurs lieues

de distance, quelle doit être, dis-je, leur force tant attractive que repulsive dans le voisinage; si elle ne peut suffire à ballotter les grains les plus pesants de grêle qu'on ait jamais vu, beaucoup plus aisément que nous ne faisons danser les plumes et les balles de moelle de sureau avec nos appareils et notre électricité artificielle, infiniment plus foible, qui n'étend son atmosphere qu'à quelques pieds de distance.

Revenant au noyau neigeux, je ne veux pas dissimuler, que souvent le gresil, quelques fois même des grains plus considerables, et qui sont d'une veritable grêle, n'ont pas un semblable noyau. Ces grains qui constituent une espece particuliere de grêle, je les crois avec Mr. DE LUC le cadet demeurant à Genève frere du fameux auteur des recherches sur les modification de l'atmosphere, qui vit à Londres, produits par des gouttes pleines de pluye d'un nuage superieur qu'ont été glacées en traversant une couche de nuages inférieure très-froide. Le sçavant Physicien, que je viens de citer, aussi bon observateur, que sons frere, a très-bien noté les circonstances de ce phénomène remarquable, et s'est assuré un jour [1] qu'il tomboit à Geneve une semblable grêle, que la couche des nuages superieures qui distilloit une petite pluye n'étoit pas si froide que l'inférieure, qui se trouvoit de quelques degrés au dessous du terme de la glace, l'autre étant au dessus. Cette observation ne confirme-t-elle pas l'idée que j'ai du refroidissement de la premiere couche des nuages par l'évaporation qu'elle souffre, et qui donne lieu à une seconde couche superieure? Le tems étant calme, je ne vois pas comment on puisse expliquer autrement ce froid beaucoup plus grand du nuage inférieur. Cependant, me dira-t-on, il s'en faut bien qu'il en soit toujours de même: lorsqu'il nous arrive de traverser plus d'une couche de nuages en gravissant des montagnes fort élevées, les plus hautes couches se trouvent d'ordinaire bien plus froides. Je ne le nierai pas: les nuages par eux-mêmes, suivent la temperature des régions de l'air qu'ils occupent; par conséquent ce n'est que dans le cas, où le nuage superieur s'est formé aux dépens de l'inférieur, qui a souffert une très-grande évaporation que celui-ci peut se trouver plus froid, comme je viens de le dire, supposant le tems calme: car s'il regne quelque vent, s'il se fait des courants d'air ascendants descendants ec. il est aisé de concevoir comment peuvent dominer une couche d'air temperée dans la region plus haute, et une froide dans la basse region. Or je suis persuadé qu'en tems d'orage, lorsque les nuages inférieurs menacent la grêle, ce sont toujours ceux-ci qui sont les plus froids, soit qu'il s'agisse d'une grêle proprement dite, avec le noyau neigeux, incrusté de plusieurs couches de glace, ou du gresil, ou enfin de cette autre espece beaucoup plus

[1] *A questo punto il Mns. presenta in margine la seguente nota: « c'étoit vers le commencement d'hiver, ».*

[Nota della Comm.].

[illegible]

Altro brano di minuta autografa della lettera scritta dal Volta al Lichtenberg, in continuazione al primo gruppo di lettere sulla meteorologia elettrica. (Da Carl. Volt. I 36).

DECEMBER

rare aux grains solides et unis formés par des gouttes de pluie gélée pendant sa chute.

J'ai encore quelque chose à dire en faveur de ma supposition des deux couches de nuages électrisées contrairement au plus haut degré, et séparées par un intervalle assez grand, entre les quelles j'imagine, que des flocons de neige, d'abord simples, et legers, ensuite enduits de lames de glace (formée par leur extrême froideur) et changes ainsi en véritable grêle, sont ballottés pour un tems assez long pendant le quel ils ne cessent de s'incruster et de grossir. Quant à la première partie de cette hypothèse qui établit de telles couches si non dans tous les orages, dans ceux au moins qui nous apportent la grêle, on peut ajouter à celles que j'ai alléguées plusieurs autres observations qui la favorisent, parmi lesquelles une remarque que j'ai faite depuis quelques années, et que d'autres vraisemblablement auront faite avant moi: c'est que les orages qui fondent en grêle ne sont pas les plus à craindre à l'égard des foudres. Or on peut rendre aisement raison de cela si tôt qu'on suppose avec moi les deux couches de nuages contrairement électrisées, en disant, que comme la couche inférieure dont on pourroit craindre les coups de tonnerre, tourne alors sa force principalement vers la couche supérieure, les traits s'élancent de l'une à l'autre plutôt que contre la terre, les nuages se foudroyent entre eux: de là ces éclairs fréquents, cet embrasement de toute la voute du Ciel, ces roulements du tonnerre ecc. J'ai par malheur un exemple récent de tout ceci dans la grêle affreuse tombée la nuit du 19. au 20. d'Aoust de cette année, qui a desolé les campagnes aux environs de Côme dans l'étendue de vingt milles d'Italie de largeur sur 30. de longueur. L'orage n'avoit cessé de gronder depuis 2. heures du soir jusqu'à minuit, lorsqu'il arriva cette horrible décharge de grêle; et pendant tout ce tems il n'y eut pas de foudres qu'on sache, pas un endroit frappé: on n'entendit pas même de coups de tonnerre effrayants, quoique l'électricité fût en si grande quantité, que les éclairs étoient continuels, et tout le ciel paroissoit en flammes durant presque toute la nuit. Tout le jeu de cette immense électricité, toutes ses décharges se passaient donc là haut, sans doute entre des nuages ou couches de nuages contrairement électrisés. Il est encore à présumer, que la grêle commença à se former pendant le jour, lorsque le Soleil dardoit ses rayons sur la surface supérieure du nuage qui devint son réservoir, quoiqu'elle ne commençât à tomber qu'assez avant dans la nuit, savoir à 10. heures dans certains endroits, à 11. à 12. en d'autres, et quelque part même plus tard. Au moins est-il évident par cette progression même, qu'une grande partie de ces grains, dont plusieurs gros comme des oeufs d'oye, et quelques uns pesants au de là de 3. onces, ont du être soutenus en l'air pendant des heures. Et que faisoient-ils là haut? Il grossissoient, ils se nourrissoient, pour ainsi dire, sautant et dansant, comme je pense, entre les deux grands plateaux de nuages qui

électrisés contrairement tournoient leurs forces l'un contre l'autre; jusqu'à ce qu'épuisées n'ayant plus le pouvoir de se renvoyer ces grains devenus trop pesants, ils ont dû les laisser précipiter sur la terre.

Cette autre partie de l'hypothèse, qui regarde la danse ou ballottement de la grêle que j'ai décrit et dont je me plais quelquefois à me faire une image jettant une poignée des petites balles légères entre deux draps tendus un sur l'autre à une distance convenable, et électrisés un *positivement*, l'autre *négativement*; j'avoüe qu'elle a besoin encore de preuves, quoiqu'elle ait à sa faveur outre cette belle représentation, la théorie électrique, et qu'elle paroisse s'accorder avec plusieurs circonstances et accidents remarquables qui la précédent et l'accompagnent, comme j'ai fait voir. Avec tout cela elle n'est pas sans difficulté, et elle ne se trouve appuyée d'aucune observation directe qui la démontre sans équivoque. En voilà pourtant une, qui lasseroit moins de doute, si elle étoit bien constatée. Plusieurs personnes assurent avoir souvent entendus à l'approche de la grêle, et même un tems considérable avant sa chute, un bruit dans le nuage, qui s'en montrait chargé, ressemblant à celui d'un grand tas de noix qu'on remneroit. Si ce bruit n'étoit pas l'effet de la grêle déjà tombante dans d'autres endroits plus ou moins éloignés; si, comme ces personnes le prétendent, on l'entendoit bien avant que la chute eût commencé, s'il venoit manifestement d'en haut; on sent que ce ne pouvoit être autre chose qu'un ballottement de cette grêle, tel que je^[1] l'ai supposé: un bruit causé par les grains déjà gros et solides, qui se battent là-haut allant et revenant en foule d'un nuage à l'autre, avant que de percer la couche inférieure et venir frapper la terre.

Si quelqu'un étoit assez hardi pour monter dans une Machine aërostatique au milieu d'un grand orage, jusqu'à percer la première couche, quel spectacle imposant ne lui offriroit pas le combat des nuages, leurs différentes incursions, le feu électrique versé à flots ec. ? Il seroit alors à portée d'observer, d'étudier ce qui nous intéresse à présent, la formation de la grêle, ses modifications, ses mouvements: il verroit si cette espèce de danse ce ballottement de ses grains, que je me plais à supposer, a lieu, et jusqu'à quel point. Au défaut d'observation pareilles, qu'on ne pourroit se procurer qu'en s'exposant aux plus grands dangers, n'en avons nous pas d'autres faites par quelques uns de ces intrépides Aëronautes en de tems moins orageux, qui peuvent en quelque façon suppléer ? Sans parler du froid excessif, qu'ils ont communément rencontré dans la région des nûes, je me rapporte à ce que je me souviens avoir lu dans les relations de quelques uns de ces voyages aërostatiques, que lorsqu'on eût percé avec la machine volante le premier voile des nuages, et pénétré avant dans leur sein, on se trouva avec surprise en-

[1] *Nel Mns. trovasi: « j'ai l'ai ».*

[Nota della Comm.].

veloppé de flocons de neige et de petits grains gélés, qui frappoient en sautillant de tout côté l'enveloppe du ballon, tandis qu'il ne tomboit rien sur la terre ni de cette neige, ni de ce gresil. Oui sans doute c'étoit les rudiments de la grêle; et il paroît, que ces grains étoient déjà doués d'un principe de ce mouvement, qui les auroit fait danser avec vivacité à la manière que j'ai décrite, si au lieu d'un orage à peine ébauché, nullement aperçu par les habitants de la terre, c'eût été un véritable orage puissant en électricité, tonnant, foudroyant.

Je ne puis quitter ce sujet sans résoudre quelques unes des principales difficultés que je n'ai pas encore prévenues, et répondre à une ou deux autres questions. Comment peut-on concevoir, on dira, que deux couches de nuages contrairement électrisés, se tiennent justement à la distance requise pour attirer et repousser alternativement d'abord des simples flocons de neige, ensuite ces memes flocons revetus de glace solide, et transformés en grains pesants de grêle sans leur permettre de tomber sur la terre; et cela pour un tems très-long? N'est-il pas sensible, que de tels nuages s'attirant eux-mêmes, s'approchoient et se confondroient bientôt en une masse? On peut répondre, à cette difficulté, que le nuage inferieur n'est pas seulement attiré par le superieur contrairement électrisé, mais aussi par la terre, sur-tout par les montagnes, les forêts aux quelles nous voyons que s'approchent les nuages s'attachent de préférence; et qu'ainsi il peut être contrebalancé, de même que le nuage superieur peut l'être par un troisieme, qui l'attire en sens contraire. Dans ce cas les masses de deux couches contrairement électrisées, que nous considerons, restant immobiles, ou dans une simple d'oscillation, dans cette espace d'oscillation, que nous avons déjà considérée, les parties de leurs surfaces internes céderont seules à la tendance mutuelle qui les sollicite, elles se gonfleront, il s'en detachera de lambeaux qui iront de l'une à l'autre à plusieurs reprises: ce que feront avec beaucoup plus d'agilité les flocons de neige, les grains de grêle, s'il y en a, n'ayant chacun qu'un petit volume d'air à déplacer. Car voila, ce qui retarde le mouvement d'aller et revenir soit des dits lambeaux, soit d'autres nuages interposés; et sur-tout l'approche d'une couche entiere vers l'autre, lors même que ce mouvement a lieu, et que les nuages ne sont pas retenus par d'autres forces: c'est leur grand volume, et celui de la plaque d'air qui resiste à son déplacement, et fait que de tels nuages étendus ne peuvent avancer l'un vers l'autre qu'avec plus ou moins de lenteur. Mais sans toutes ces considerations le retard à la réunion des nuages contrairement électrisés, est un fait, dont on ne sauroit douter, lorsqu'on observe les changements des signes électriques du positif au negatif pendant des heures que dure un orage: ce qui surement n'auroit pas lieu, si les nuages électrisés *en plus* atteignoient si tôt les autres électrisés *en moins*, vers les quels ils tendent, et se reunissoient en une seule

masse. Ce retard est quelques fois si grand, qu'une telle réunion n'arrive pas même au bout des plusieurs heures à cause de l'électricité qui se dissipe avant ce tems, ou passe d'une couche de nuages à l'autre par des decharges soit sensibles, soit insensibles moyennant les corps interposés qui ne cessent d'aller et revenir. D'autres fois, au contraire elle se fait assez tôt, aidée par un vent, ou quelqu'autre circonstance favorable. Tôt ou tard qu'elle arrive, les deux nuages se compénétrant en quelque maniere, et les électricités contraires se détruisant mutuellement il s'ensuit pour l'ordinaire une pluie soudaine plus ou moins violente; et la grêle, s'il y en avoit, abandonnée tout à coup
d'un coup à son propre poids se precipite dans ce moment fatal sur la terre.

Une autre objection est tirée de ces memes observations, que je vien d'alleguer en faveur de mon systeme, qui nous montrent les conducteurs atmosphériques en tems d'orages électrisés tantôt positivement, tantôt négativement; car il paroît qu'il ne devoient l'être toujours que *négativement*, s'il est vrai, que dans ces orages la couche de nuages inférieure, celle qui est plus proche de la terre, a acquis cette électricité *négative*, après la perte de l'originnaire *positive*, à force d'évaporation, comme j'ai expliqué, et taché de prouver. L'expérience dira-t-on, est donc peu d'accord avec une telle hypothese. Et moi je reponds, qu'elle lui est assez favorable, vu qu'en effet l'électricité *négative* est celle qui domine ordinairement, ou qui domine le plus au milieu des changements accidentels, dans les grands orages, comme les premiers observateurs l'avoient déjà noté, et nous le trouvons confirmé dans nos journaux. Que si quelques fois, l'électricité *positive* se montre, quand même elle se montreroit aussi souvent que la négative, nous pouvons dire toujours que d'autres causes ont porté cet accident: des causes qui ne sont pas imaginaires, ou gratuites, mais réelles et prouvées, dont nous connoissons l'efficacité, et qui sont justement capables de produire le changement dont il est question. J'ai principalement en vüe l'action des atmosphères électriques. Que la couche supérieure électrisée fortement *en plus*, s'approche de la couche inférieure électrisée, suivant mon hypothese, *en moins*, mais plus foiblement: ou elle pourra contrebalancer, et faire tomber totalement l'action électrique de celle-ci (c'est un de ces cas qui ne sont pas extrêmement rares, où au milieu d'un orage il y a comme suspension de signes électriques dans le Conducteur élevé); et même prevaloir, et y produire une électricité *positive accidentelle*, ou, comme on dit, *de pression*.

Cela dans la supposition qu'il y ait justement les deux couches, telles qu'on les a considérées, ni plus ni moins. Mais ne se peut-il pas que sous la couche, qui étoit la plus proche de terre, et qui par l'évaporation soufferte est passée à l'électricité *négative*, il s'en forme une autre nouvelle? Celle-ci etant alors électrisée *positivement* affectera de même le Conduc.^{er} atm.^{que}

à moins qu'elle ne soit contrebalancée et vaincuë par l'électricité contraire de la couche supérieure.

Ce n'est pas tout: il n'est pas impossible; il est même probable, comme nous l'avons indiqué d'entrée, que dans quelques orages il y ait au de là de deux ou trois couches, et en outre d'autres nuages épars de tout cotés, partie isolés et flottants, partie en groupes ecc. doués aussi d'électricités contraires les uns aux autres; et alors il ne peut qu'arriver frequemment, au milieu du combat de ces nuages, de leurs mouvements occasionés par les attractions et repulsions electriques, par les vents ecc. que tantôt l'électricité de l'un, tantôt celle de l'autre soit prévalente sur nos têtes, ou sur la colonne d'air dans laquelle se trouve le conducteur Franklinien. Voila pourquoi dans le fort de l'orage, lorsque le combat est plus fier, les mouvements plus tumultueux, les eclairs fréquents, et les décharges foudroyantes multipliées, on observe dans ce conducteur, et mieux dans l'électroscope atmosphérique portatif des passages et des retours si fréquents et presque instantanés d'une espèce d'électricité à l'autre: ce qui n'arrive pas, au moins avec tant de rapidité, au commencement et à la fin de ces mêmes orages; ni pendant le cours de ceux qui sont moins bruyants, et moins compliqués; dans lesquels l'électricité dominante, je veux dire celle qui se fait sentir au Conducteur atmosphérique, est pour la pluspart l'électricité *negative*, comme j'ai déjà fait remarquer.

On me demandera peut-être si je regarde l'arrangement des nuages en deux ou plusieurs couches séparées, et l'électricité contraire de l'une à l'autre, comme des conditions essentielles à la constitution d'un orage. À cette demande je repondrai, que je ne pretends pas cela; que je crois très-possible qu'il se forme d'un seul amas des nuages doués d'une électricité homologue, pourvu qu'elle soit assez forte: mais que de tels orages ne présenteroient pas un si grand nombre d'accidents variés, qu'on en observe ordinairement; que leur électricité se montreroit constamment d'une espece, c. à d. ou *positive* ou *negative* du commencement à la fin ce qui n'arrive presque jamais dans les grands orages; qu'il pourroit bien y avoir des decharges foudroyantes entre une telle masse de nuages unis et la terre, en un mot des veritables foudres, mais non pas ces coups de tonnerre fréquents et redoublés, ces sillons de lumiere eblouissante et en zig-zag, à chaque moment, effets des nuages qui se foudroyent entre eux; que tout au plus il paroitrait là-haut des eclairs et des trainées de lumiere d'un bout à l'autre à l'occasion d'une forte decharge contre la terre (comme il en paroît sur un long cuir doré ou dans une matasse de fils de galons assez usés pour qu'il y ait des interruptions dans le conducteur, lorsque un torrent de fluide électrique les traverse); qu'enfin de tels orages si simples et unis, où comme il n'y auroit ni séparation de nuages en différentes couches ou groupes, ni contrariété d'électricité entre eux, ne pourroient gueres produire une forte grêle, ou très

difficilement. Voilà ce que je pense sur les orages en general, et sur l'article de la grêle en particulier, qui fait mon principal sujet.

On demandera pourquoi il n'arrive presque jamais d'orages en hiver, au moins dans nos climats, de ces orages accompagnés de grands tonnerres, et de fréquents éclairs, qui sont des marques d'une quantité et d'une force étonnante d'électricité mise en jeu d'une manière extraordinaire.

A quoi il est aisé de répondre, que ni ce jeu, ni cette prodigieuse accumulation d'électricité ne peuvent avoir lieu que très-difficilement dans cette saison; et cela à cause de plusieurs circonstances défavorables, que voici: 1.^o La quantité d'évaporation journalière, j'entends des vapeurs élastiques qui s'élèvent de la terre et charrient le fluide électrique dans la région des nues est beaucoup moindre en hyver, que dans les autres saisons. 2.^o Cette même région étant plus basse en hyver, les nuages sont plus aisément dépouillés de leur électricité par les montagnes, les arbres ec. qui la soutirent. Il faut ajouter 3.^o qu'une telle soustraction est aidée, accélérée par l'entremise d'un air communément plus humide dans cette saison, des brouillards et des pluies fréquentes. 4.^o la durée des nuits, tems, où en toute saison

le fluide électrique est ^{ramené} rendu à la terre par la très-grande humidité, sur tout par la chute de la rosée, étant beaucoup plus longue en hyver, contribue aussi beaucoup au retablissement de l'équilibre d'électricité, de sorte qu'elle ne s'accumule pas dans la suite de plusieurs jours, comme il arrive souvent en été. 5.^o durant les courtes journées d'hyver, les foibles rayons du soleil ne produisent pas en si grande abondance cette évaporation secondaire de la partie supérieure des nuages qu'ils frappent, évaporation, qui joue, selon moi, un si grand rôle dans la formation des orages et particulièrement de la grêle; 6.^o ce peu même de vapeurs élastiques, qui se forment de cette façon, ne s'élèvent pas beaucoup, obligées par le froid à se condenser peu après avoir quitté le nuage même (si non avant de le quitter tout à fait); ce qui les porte à s'y réunir; de sorte qu'il est difficile de concevoir qu'il se forme en hyver plus d'une couche de nuages de la manière indiquée, et moins encore différents amas séparés et électrisés contrairement: on ne voit en effet pour l'ordinaire qu'une seule toile unie de nuages plus ou moins étendue donnant partout et constamment des signes d'électricité *positive*, qui est l'électricité originaire des nuages aussibien que des brouillards, l'électricité, qui résulte immédiatement de la condensation des vapeurs. Je ne dissimulerai pas qu'il se présente, même en hyver de tems en tems quelques nuages plus obscurs, et plus fortement électriques, parmi les quels il y en a quelques fois, qui le sont *négativement*: ce sont là pour la plus part des nuages, qui vont donner de la neige, des nuages, qui ont quelque peu d'un aspect orageux; cependant comme l'électricité n'est pas encore assez puissante pour

soutenir en l'air les flocons de neige, et qu'au surplus il manque cette autre couche supérieure de nuages séparée par un juste intervalle, et électrisée contrairement, capable d'attirer, et repousser alternativement pendant un assez long-tems ces flocons, de les ballotter, de leur faire faire la danse des pantins, voila qu'ils tombent tels qu'ils sont au moment de leur formation, sans avoir pu se revetir de lames d'eau glacée, et former par-là des grains de grêle: tout au plus ils arrivent, et cela seulement lorsque l'amas des nuages a plus l'air orageux, à se convertir en cette espece de gresil, qui et moyen entre la neige et la grêle: phénomène, qui au reste arrive plus souvent au printemps et en automne, comme il est aisé de comprendre par ce qu'on vient de dire.

Voila comment on peut rendre raison de ce qu'il ne tombe presque jamais de veritable grêle en hyver, malgré qu'il tombe tant de neige, qui est par elle-même si proche de la grêle autant par son origine, que par sa constitution; qui est son premier rudiment, et sa base. Mais d'où vient, on pourroit encore demander, qu'il en tombe rarement, même au milieu des plus fortes orages dans les autres saison, qu'il n'en tombe jamais, ou presque jamais dans plusieurs contrées? Il paroîtroit en effet, en ne considérant que superficiellement les explications que j'ai données de la formation et de la chute de la grêle, qu'un grand nombre d'orages devroient nous en apporter en quantité, et d'une grosseur plus ou moins grande: ce qui heureusement n'est pas.

Mais qu'on reflexisse mieux, qu'on se rappelle combien de circonstances favorables sont requises pour cela, qui difficilement peuvent se rencontrer toutes à la fois. Premièrement il faut une évaporation très-abondante et très-rapide d'une premiere couche de nuages assez épaisse; une évaporation telle qu'elle suffise d'un coté non seulement à détruire l'électricité originaire *en plus* de ce nuage, mais à l'amener à un degré assez fort d'électricité *en moins*; et d'un autre coté à le refroidir puissamment, et à un point qu'on a peine à concevoir c. à d. jusqu'à glacer une quantité considérable de ses vesicules, et en former des flocons de neige très-froids, savoir beaucoup au dessous du terme simple de la glace, comme j'ai déjà fait remarquer. En second lieu il doit se faire une nouvelle condensation des vapeurs qui se sont élevées de la dite premiere couche de nuages, de maniere qu'il en resulte une seconde supérieure douée d'une forte électricité contraire, c. à d. *en plus*.

Troisièmement, ces deux couches contrairement électrisées doivent se trouver d'abord à une distance qui ne soit ni trop grand ni trop petite, et, ce qui est plus difficile encore, se tenir très-long-tems à cet intervalle juste, malgré l'attraction mutuelle qui tend à les rapprocher, et à ramener l'équilibre d'électricité par leur reunion immediate, ou mediate. Elles doivent enfin garder leurs propres électricités, ne pas les perdre trop tôt, et en grande partie par des decharges de l'une contre l'autre, par de lambeaux de nuages qui vont d'une couche à l'autre, ou s'enfilent aisément entre les deux pour

établir une communication ec. : car si leurs électricités opposées ne se soutiennent pas en force très-long-tems, les flocons de neige, puis les grains de grêle ébauchés ne pourront pas continuer leur danse entre ces deux couchés, danse, qui doit peut-être durer des heures pour donner lieu à leur formation complète, à leur grossissement par des incrustations successives; ils ne pourront pas seulement être soutenus, et tomberont à demi formés: souvent ils ne tomberont pas même en cet état jusqu'à terre, mais fondus en grosses gouttes, telle que nous vient d'ordinaire la première pluie très-rare et très-électrique de certains orages menaçants mais passagers.

Oui, je regarde ces grosses gouttes isolées pour autant de petits grains de grêle fondus pendant leur chute à travers l'air chaud, qui se trouve entre la terre et le nuage inférieur. Voilà pourquoi il ne tombe presque jamais de gresil en été dans les climats chauds, mais plutôt dans la moyenne saison, comme j'ai déjà fait remarquer: je dis, *dans les climats chauds* comme le nôtre; car dans de climats plus froids ce gresil est assez fréquent même en été, pouvant traverser l'air sans se fondre. Chez nous au contraire au tems de fortes chaleurs il n'y a que les grains d'une certaine grosseur qui puissent arriver à terre sans être entièrement fondus.

Ce que je viens de dire des petits grains de grêle, s'applique si aisément aux flocons de neige, que je n'ai pas besoin de m'arrêter pour répondre en particulier à cette autre question qui est l'inverse de la précédente: pour quoi ne tombe-t-il jamais de neige en été, tandis qu'il est évident qu'il s'en forme dans les nuages orageux sur-tout; et que les flocons de neige sont les embryons de la grêle, dont chaque grain nous présente un noyau neigeux? La réponse est la même que ci-dessus: la chaleur de l'air de la basse région qui peut fondre, et fond souvent les petits grains de grêle, ne peut manquer de fondre beaucoup plus aisément les simples flocons de neige, quand il leur arrive de tomber avant que de se revêtir de plusieurs lames solides de glace: ce n'est que dans ce dernier cas, où ils ont pris une consistance et une grosseur considérable, qu'ils peuvent tenir contre la chaleur des couches d'air plus basses pour arriver jusqu'à terre encore glacés.

Cette résolution de la neige, et même des petits grains de grêle en gouttes d'eau qu'on comprend si bien, est souvent visible en été même, lorsque pendant une pluie d'orage, qui baigne la plaine et les pieds d'une montagne, on observe le sommet et une partie de son dos qui se blanchit à vue d'oeil se couvrant soit de grêle, soit de neige.

Je reviens après une digression si longue à l'expérience de Mr. TRALLES, c. à d. l'électricité produite par les chutes d'eau; et je vous demande la permission, Monsieur, d'en faire, avant de quitter ce beau sujet, deux autres applications à l'électricité des orages. La première regarde ceux, qui arrivent quelquefois à la suite de fortes pluies, et même de pluies qui ont continué

plusieurs jours, lorsqu'il sembleroit qu'elles eussent du ramener l'équilibre d'électricité, bien loin de le rompre. La chose étoit en effet bien difficile à expliquer avant qu'on sçût par expérience, comme nous le savons à présent, qu'une chute d'eau assez forte pour la faire jaillir tout au tour, produit elle-même l'électricité. Or s'il s'en produit de très-sensible par un ruisseau tombant du haut d'un rocher, que ne pourra faire une pluie à verse, une cascade du Ciel ? Je dis donc qu'il faut considérer la grande colonne pluvieuse sous deux aspects différents, savoir comme détruisant l'électricité préexistente en qualité de conducteur médiocrement bon ; et comme produisant elle-même une nouvelle électricité par les vapeurs qu'elle exhale : alors on comprend, que toutes les fois qu'une telle production surpasse en quantité et rapidité la destruction il doit y avoir de l'électricité de reste ; et que dans les circonstances où la production l'emporte de beaucoup, elle peut donner lieu à un orage ecc.

L'autre application regarde une certaine période journalière qu'affectent les orages, j'entends leur tendance à reparoitre plusieurs jours de suite, et qui est plus, dans les endroits marqués. Il faut habiter un pays de montagnes, surtout dans le voisinage des lacs, comme celui où je vis la plupart des étés, où les orages sont très-fréquents tout le courant du printemps et de l'été, et presque journaliers le mois de Juin et une partie de Juillet, pour se convaincre de cette période et de cette fixation à tel ou tel autre lieu. Qu'il ait fait hier après midi un orage, qui a pris naissance au fond d'une certaine vallée ; et que le beau tems, un serein parfait et calme ait succédé le soir, qui dure encore ce matin : malgré une si belle apparence attendez vous vers le midi où peu après à de nuages obscurs visiblement orageux, qui se formeront au dessus de la même vallée, et qui vraisemblablement eclateront en tempête comme le jour précédent : il en sera à-peu-près de même demain, et les jours suivants ; jusqu'à ce qu'il ne survienne quelque vent ou autre changement considérable dans notre atmosphere.

Je ne sçais si d'autres Physiciens ont observé et decrit une telle période : pour moi je n'ai rien appris d'eux sur cet article ; mais tout de mes propres observations. J'avouerai que lorsque je commençai il y a plusieurs années à apercevoir ce phénomène je n'en fus pas tant frappé, que dans la suite, où m'y étant rendu plus attentif je le trouvai encore plus constant que je ne l'avois cru d'abord et combien de fois ne me suis-je pas creusé la tête en vain pour en trouver une explication satisfaisante ? Je n'en trouvois pas de meilleure que d'imaginer le retour périodique d'un vent particulier dans l'endroit marqué. Mais que faisois-je encore avec cela, sinon supposer un autre effet modifié de même périodiquement pour cause des orages périodiques ? Si non substituer une difficulté à l'autre ? Car il auroit fallu trouver une raison de ce vent local tout prêt, et qui arrive à point nommé : outre qu'il re-

stoit encore à expliquer, ce qui ne m'étoit pas facile du tout, comment se comportoit et agissoit ce vent supposé pour former de neuf, et assembler au lieu marqué les nuages orageux. Ce n'est donc que depuis que j'ai rassemblé, graces aux nouvelles découvertes, un plus grand nombre de connoissances, et qu'ayant porté les mois passés toute mon attention à la Météorologie électrique, j'ai médité de nouveau ce phénomène curieux du retour périodique des orages; que je me crois assez avancé pour pouvoir en hasarder une explication.

En voyant reparoitre après que le beau tems s'est retabli un nouvel orage précisément là, ou il a éclaté le jour précédent, on en doit conclure, qu'un orage quoique dissout et terminé entierement, laisse derriere soi quelque chose, une disposition particuliere à la colonne d'air dans laquelle il a regné, pour y faire germer de nouveaux orages. Mais quelle peut être cette disposition? On ne peut concevoir qu'une de ces deux, ou un état électrique singulier, ou un changement considérable de température. Or je pense, que l'un et l'autre a lieu, et concourt à la production du phénomène.

Quant à l'état électrique, sans dire que les observations avec l'Electroscope atmosphérique m'ont paru confirmer l'idée que je m'étois faite d'une électricité extraordinaire empreinte à l'air qui vien d'être le siege d'un orage, ayant ordinairement trouvé les signes de l'Electricité de l'air même serein considérablement plus forts les jours qui suivoient les orages; la seule reflexion pourroit suffire à nous en persuader.

On conçoit en effet, que cet air, que la pluie orageuse a traversé, et qu'elle a électrisé, tant par la communication de cette forte électricité dont toute pluie orageuse est animée, que par la production d'une électricité nouvelle due à sa chute violente, suivant la découverte de Mr. TRALLES; on conçoit, dis-je, que cet air peut retenir un jour entier assez d'électricité pour attirer les vapeurs eparses, et s'en charger à préférence des autres colonnes voisines d'air.

Ajoutez à cela, que la terre mouillée par la dite pluie de orage précédent doit fournir à ce meme air lorsque le soleil du midi aura bien échauffé, des vapeurs en plus grande abondance. Voila l'étoffe pour une nouvelle électricité très-forte, qui sera infailliblement produite, lorsque ces vapeurs ramassées dans la couche d'air, que nous venons de considerer, au de là de sa saturation se transformeront en vapeurs vesiculaires, en brouillard ou nuage d'autant plus qu'il ne cesse par les raisons susindiquées de survenir d'autres vapeurs, qui s'accumulent dans le meme espace, et qu'une autre cause concourt puissamment à leur condensation.

Cette cause est la température extraordinairement froide, qu'a dus contracter ce volume d'air. Effectivement toute cette colonne doit se trouver aujourd'hui même fort refroidi, en conséquence de l'orage d'hier, sur-tout à la hauteur où les nuages orageux se sont proménés: ces nuages glacés, ou

presque glacés, chargés de grêle toute formée, ou prête à se former, ont du laisser à peu-près la même température à la couche d'air qu'ils ont occupé long-tems; et qui se trouve par-là bien plus disposée que les autres à condenser en forme de nuage les nouvelles vapeurs qui y affluent, comme nous venons de dire. Voilà comment naît le premier nuage épais dans l'endroit marqué, le reste de l'horizon restant serein: nuage qui s'obscurcit de plus en plus à vue d'oeil par une nouvelle collection et condensation de vapeurs: voilà l'orage commencé, qui devenant adulte pourra se deployer sans sortir beaucoup de la vallée qui a été son berceau, aussibien que de l'orage du jour précédent, ou intéresser tout l'horizon selon les circonstances.

Un tel refroidissement durable de l'air, qui a été le champ de bataille d'un fort orage, est démontré par d'autres observations. Combien de fois n'éprouvons nous pas même au milieu de l'été après un de ces orages, surtout s'il a fondu en grêle, une fraîcheur excessive accompagnée d'un vent qui souffle de la ^{plage} même qui a été orageuse? Et à quelle étendue ^{region}

ne s'étend souvent ce vent et cette fraîcheur, et combien ne dure-t-elle pas? Certainement on ne peut pas attribuer tout cet effet à une simple communication à l'air ambiant du froid de la grêle tombée, qui n'est pas toujours dans une grande quantité, et qui ne dure pas si long-tems sur la terre. Il faut donc que cet excès de froid vienne d'ailleurs, et d'où viendrait-il, si non de cette couche d'air supérieure, où l'orage s'est formé, et qui a été prodigieusement refroidie par lui, par les nuages chargés de grêle, qui y demeurèrent longtems suspendus ec. On a besoin à la vérité pour fournir à un vent si froid, et de si longue durée, d'une grande masse d'air refroidi, de la sorte, et si je puis m'exprimer ainsi, glacé: cela ne m'effraye pas; car je ne crois pas de passer les bornes d'une supposition raisonnable en douant qu'un orage qui vient de donner de la grêle en abondance, a pu refroidir jusqu'au terme de la glace un volume d'air de plusieurs millions de toises cubes, et même des centaines de millions. Qu'on se représente celui décrit ci-dessus, qui couvrit de grêle près de 600. milles carrés ou 2500 millions de toises carrées en ne donnant aux nuages dans toute cette étendue qu'une épaisseur de 10. toises, on auroit 25000,000,000 toises cubes. Mais il est question ici des orages, qui ne sont pas à beaucoup près si étendus, qui sont confinés es. gr. dans une vallée, ou n'occupent qu'une partie de l'horizon; et qui au surplus laissent à cette partie, à cette colonne d'air, qui a été leur siège une disposition particulière pour y reproduire de nouveaux orages: eh bien, cette masse d'air au lieu des 25000 millions calculons-là à 1000. ou à 500 millions seulement de toises cubes; n'en voila-t-il pas assez, si toute cette masse d'air a été fortement refroidie, pour entretenir le vent frais, qui suit presque toujours les orages, ceux sur-tout qui ont fondu en grêle, et dure assez long-tems après?

Il n'est pas difficile au reste de comprendre comment un tel vent est produit, l'orage passé, (quelquesfois immédiatement après, et souvent encore passé quelques heures ou le jour suivant). Il suffit de réfléchir que la masse d'air qui a été le siège de l'orage, et en a contracté un froid extraordinaire, comme nous venons de dire, s'est condensée en conséquence de ce froid: si cela va au point que malgré sa rareté naturelle à raison de la moindre pression atmosphérique qu'elle souffre, qu'elle soit rendue spécifiquement plus pesante que les couches inférieures, ce qui arrive sur-tout lorsque il s'est formé de la grêle en abondance, alors cette masse ou colonne d'air descend, et en descendant elle pousse d'abord latéralement l'air voisin de la terre, qui est obligés de prendre un mouvement orizontal: bien tôt l'air froid lui-même prend et suit cette direction à mesure qu'il acquiert en s'approchant de la terre un peu de chaleur qui le dilate: voila ce qui entretient le courant d'air, le vent frais, dont il est question: sans cette chaleur qui lui est communiquée dans la basse region, il seroit beaucoup plus froid, au dessous même du terme de la glace.

Mais d'où vient que ce vent n'arrive pas toujours aussi-tôt après l'orage, et quelquesfois même il ne commence qu'un jour après? Sans parler des plusieurs causes étrangères et accidentelles qui peuvent s'y mêler, je crois en voir une, qui est liée avec l'orage lui-même: c'est qu'immédiatement après la pluie orageuse ou la grêle, la partie inférieure de la colonne d'air est aussi considérablement refroidie et condensée; de sorte que la couche supérieure quoique plus froide, n'a pas cet excès de gravité spécifique qui lui est nécessaire pour se précipiter, et deloger l'air d'en bas: ce qui a lieu seulement quelques heures après, lorsque l'air voisin de la terre s'est rechauffé et rarefié un peu, tandis que la couche supérieure conserve avec sa rigueur sa densité extraordinaire.

L'observation suivante est on ne peut plus favorable à mon idée, que le vent froid qui souffle de l'endroit où l'orage a éclaté, ou la grêle a tombée, n'est pas l'air de la basse region, mais celui qui vient de descendre de la region supérieure: ce vent est ordinairement très-sec, sur-tout s'il a grêlé. Or on ne peut concevoir comment il seroit tel, s'il n'étoit formé que de la couche d'air proche de la terre qui vient d'être arrosée par l'orage même: il devrait être au contraire très-humide, d'autant plus que le froid l'ameneroit plus près de la saturité. Mais supposé que cet air vienne d'en haut, comme je crois, tout va à merveille; car c'est là justement, où il regne communément une grande secheresse, comme les expériences de Mrs. DE LUC et DE SAUSSURE l'ont prouvé: et où se trouvant beaucoup plus froid, il ne peut par son approche de la terre, qui l'échauffe un peu, que devenir plus sec encore, à moins qu'il ne contracte une trop grande quantité de vapeurs de la terre humide: ce qui n'a pas lieu, lorsque formant un courant assez rapide, il se renouvelle promptement.

Quoiquē ce soit principalement les orages fondants en grêle, qui refroidissent prodigieusement la couche d'air occupée par eux et donnent lieu par là à cette colonne descendante, qui se repliant sur la terre forme et entretient ce vent décrit ci-dessus; on conçoit que la même chose peut arriver aussi par d'autres orages qui ne donnent point de grêle, dont pourtant les nuages ont été amenés près de la congélation, et peut-être même l'ont atteinte, et ont formé les premiers embryons de la grêle, des petits grains, qui ne sont pas venus à terre dans cette forme pour avoir été fondus pendant leur chute, comme nous avons expliqué dans la lettre précédente. Que si la couche d'air, qui a été occupée par les nuages orageux, n'a pas souffert un refroidissement assez grand pour devenir spécifiquement plus pesante que l'air de la basse région, ou que d'autres causes s'opposent à la descente de cette masse d'air, quelque refroidie qu'elle soit, le vent dont il est question, n'aura pas lieu; je veux dire ce vent très-froid, extrêmement sec, et durable, qui vient à la suite des orages dont nous parlions tout à l'heure; et, part, comme d'un centre de l'endroit où ils ont régné: qu'il arrive quelque autre vent local et passager, ce n'est pas mon fait, et il est inutile d'en chercher ici les causes. Alors cette masse d'air fortement refroidie, et presque glacée, restant à peu-près à sa place en haut, voilà l'endroit, qui deviendra le centre de condensation des vapeurs que le Soleil élèvera de terre le lendemain de l'orage, sur-tout vers le midi; voilà le germe, le noyau du nouvel orage qui va s'y former, et de plusieurs qui se succéderont périodiquement plusieurs jours de suite dans ce même champ de bataille, comme j'ai expliqué plus haut. En confirmation de quoi il est bon d'observer, que ce retour des orages à la même place est beaucoup plus probable, lorsqu'à l'orage il succède un calme, et le vent frais, et continu, soufflant de l'endroit marqué, n'a pas lieu; sans doute parce que la masse d'air fortement refroidie restant alors toute entière et tout immobile là-haut, retient mieux et plus long-tems l'électricité dont elle a été imprégnée par l'orage précédent, que le froid, qui sont les deux causes que j'ai assignées du renouvellement des orages, et de ce qu'ils affectent les mêmes endroits. Car pour ce qui est de leur période rapport aux heures du jour, comme c'est ordinairement vers le midi, ou quelques heures après, que ces sortes d'orages ont coutume de paroître, et d'éclater, il est facile d'expliquer cela vu la quantité de vapeurs élevées par le Soleil, qui est alors plus grande, qu'en tout autre tems [1].

[1] *Qui finisce I 35, colla seguente chiusa:*

Cart. Volt. I 35.

« Je finis, Monsieur, et j'avoue que dans cette longue lettre je me suis un peu trop abandonné à des speculations, ou nouvelles dissertations à des simples aperçus, pour vérifier les-

J'ai encore quelque mot à dire [1].

J'aurais encore quelques reflexion à faire en faveur des *colomnes descendentes* en général: car ce n'est pas uniquement à l'occasion de quelque orages, qu'une masse d'air de la haute, ou de la moyenne region se précipite vers la terre: combien d'autres causes n'y a-t-il pas qui peuvent déterminer cette chute, ce courant d'air de haut en bas? Sans parler des nuages qui peuvent être très-froids sans être orageux, et de la neige, qui refroidissent et condensent cet air, comme nous avons vu, que fait la grêle; des vents qui en font de même, ou parcequ'ils viennent des contrées extrêmement froides, ou parceque ils ont passé une chaine de montagnes glacées, et qui soufflant à une certaine élévation de terre apportent cette température dans la région moyenne de notre atmosphere au moment que dans les couches inférieures regne la calme, et une chaleur beaucoup plus considerable, entretient l'air de cette basse region plus rare que celui d'en haut; sans parler de plusieurs autres causes accidentelles, il suffit de faire observation aux autres courants d'air, et surtout aux colonnes ascendantes, que les Physiciens Météorologistes après ont commencé il n'y a pas long-tems à considerer avec plus d'attention, et à en faire des applications heureuses, sur tout Mr. FRANKLIN, entre autres Mr. DU CARLA dans ses *cahiers de Météorologie*. Lorsqu'une colonne d'air s'élève [2] l'air environnant doit affluer à cet endroit pour retablir l'équilibre: or cet air qui afflue est remplacé à son tour par d'autre air qui vient de toute part, et sur-tout du haute, de sorte qu'il s'établit une espece de circulation. La chose se rend sensible dans une grande chambre, où il y ait une poele echauffée au milieu: l'air qui s'assit dessus la poêle, monte, celui qui l'environne jusqu'à une certaine distance y accourt avec un mouvement à peu près horizontal; mais au de là de cette distance on aperçoit un courant de haut en bas. De même dans l'atmosphere, à coté d'une grande colonne d'air qui s'élève, et à un intervalle juste, l'air sera déterminé à descendre en plus ou moins grande quantité, et d'une hauteur plus ou moins grande, selon les

quels combien d'observations suivies et de faits constatés ne faut-il pas encore? Je sçais cependant les régarder pour ce qu'ils sont, et ne pas les confondre avec les vérités d'expérience. En rassemblant plusieurs de celles-ci dans le cours de mes lettres si j'ai eu le bonheur d'y en ajouter quelques unes de mon cru, que vous approuviez, Monsieur, que vous croyiez de quelque importance, je suis assez heureux; et je le serai encore davantage, si vous aurez la bonté de me communiquer vos remarques. En attendant je suis ec. ». [Nota della Comm.].

[1] *Questa frase nel Mns. appare attraversata da un tratto di penna, ed in margine trovasi invece: «Ce seroit ici le lieu».* [Nota della Comm.].

[2] *Un'aggiunta autografa in margine, che attraverso a correzioni si riallaccia al testo del Mns., permette a questo punto anche la ricostruzione della seguente lezione: «Lorsqu'une colonne d'air s'élève outre que sa partie superieure doit se reverser sur les colonnes voisines, «qui surchargées de ce nouveau poids refluent dans la colonne centrale qui se trouve rarefiée: «de sorte qu'il s'établit l'équilibre».* [Nota della Comm.].

circonstances, qui sont variables à l'infini; car des petites modifications suffisent quelques fois à changer, et même à invertir un courant d'air qui est l'effet de l'équilibre rompu du côté de la chaleur. Qu'on allume un feu dans une chambre, qui ait plus d'une fenetre ou porte ouverte: il s'établira un courant d'air entrant par une ouverture et sortant par l'autre: et qu'est ce qui determinera celle de l'entrée et celle de la sortie? Une petite circonstance peut-être, un accident: si vrai, qu'une autre fois tout paroissant disposé de même, le courant d'air se fera peut être à rebours: dans ce cas, comme dans plusieurs autres, la chose depend beaucoup de la premiere impulsion que reçoit l'air, ou pour mieux dire, du côté où il se jette d'abord; car le courant étant une fois en train n'en est pas si aisément détourné: ainsi si c'est hors la fenetre *A* que l'air fortement rarefié par le feu s'est jetté du premier moment, il continuera tout le tems que la chaleur dure à sortir par la même et continuera d'entrer autant d'air par la fenetre *B* pour retablir l'équilibre.

Si cette chambre au commencement qu'on y allume le feu, étoit bien close, il est bien sûr, qu'en ouvrant une fenetre après l'autre, ce seroit de celle qui lui a donné la premiere une issue, que sortiroit l'air et la fumée, et par la seconde qu'entreroit l'air du dehors, tout le tems que le feu dilateroit celui de la chambre, et que le courant se continueroit toujours dans ce sens, à moins qu'il ne survint une nouvelle force pour le détourner.

Ce sont là des images en petit de ce qui arrive en grand dans l'atmosphère, où il est encore plus difficile de determiner dans un grand nombre de cas, au milieu de tant de causes differentes qui alterent l'équilibre de l'air, quels doivent être ses mouvements, longs, courts, continus, ou à intervalles, et dans quelle direction comment doivent s'arranger les courants des différentes couches et colonnes, paralleles ou obliques, conspirants ou contraires. Qu'on ne s'étonne donc plus que la doctrine des vents soit encore si obscure.

En attendant qu'on puisse mieux la developper il nous est permis de conclure de plusieurs observations, que pas seulement, ce qu'on appelle des vents, et qui est un flux d'air dans une direction à peu-près horizontale, mais qu'une multitude d'autres courants en tout sens ont lieu dans l'atmosphère; et que souvent des courants contraires se combinent dans decouches ou colonnes peu éloignées les unes des autres. Il n'est pas rare en effet d'observer un vent superieur qui fait il marcher les nuées d'orient en occident tandis que le vent dans la région plus basse souffle d'occident en orient et les Aeronautes ont rencontré presque toujours plusieurs vents contraires en s'élevant beaucoup au dessus de la terre. Consultez les Navigateurs, et ils vous diront, qu'en pleine mer à côté des vents reguliers et d'une grande étendue, et parallelement à un certain intervalle, regne un des vents opposé: près des côtes: et

entre terre, dans le voisinage des montagnes les variétés et l'opposition des vents.... [1] est encore plus grande.

Si cela est ainsi, si l'air dans la libre atmosphère affecte cette espèce de circulation, qui paroît requise pour rétablir l'équilibre, pourquoi n'y auroit-il pas de même à côté des colonnes ascendantes d'air dilaté par la chaleur, des colonnes *descendentes*? Pourquoi si on admet les premières, n'admet-t-on pas celles-ci? Il faut, dira-t-on, des observations directes: et n'en avons nous pas? N'a-t-on jamais vu la fumée des cheminées formant comme un parapluie à la maison tomber au lieu de s'élever? Les cerfs volants s'abattent tout d'un coup, et les feuilles et autres corps légers enlevés par un coup de vent descendre quelques moments après avec une célérité extraordinaire? Et d'où vient, qu'une grêle de la même grosseur tombe avec une vitesse beaucoup plus grande une fois que l'autre? On peut dire il est vrai qu'elle tombe alors de plus haut; mais il me paroît plus naturel d'attribuer une partie au moins de cette grande vélocité avec laquelle elle frappe la terre à la couche d'air qui se précipite avec elle, et forme un vent perpendiculaire, qui accélère sa chute.

Au reste je puis produire en faveur des colonnes descendantes bien d'autres phénomènes plus remarquables, et en 1.^{er} lieu les Trombes ou siphons, qu'il me seroit aisé de prouver ne pouvoir être produits que par un vent qui descend en tourbillon de la nue, dont il entraîne une partie: selon que BERGMANN, FORSTER, et d'autres supposent dans l'explication qu'ils ont donné de ce phénomène étonnant. Ici qu'on me permette d'observer que c'est presque le seul cas où je trouve que les Physiciens à peu près parlent expressément d'une masse d'air qui se précipite en bas (excepté Mr. CARLA nommé ci dessus, qui s'en est un peu plus occupé). Or je ne saurois comprendre pourquoi, ce phénomène une fois admis, ils n'ont pas pensé à l'étendre, avec les modifications nécessaires, à d'autres cas; pourquoi ils ne se sont pas avisés d'appliquer ces courants d'air de haut en bas à quelque autre phénomène de météorologie; cela m'étonne d'autant plus, qu'on a fait de très-belles applications des courants en sens contraire c. à d. des colonnes ascendantes. Ces réflexions peuvent justifier cet empressement; j'ai presque dit ce zèle outre pour démontrer et faire valoir mes colonnes descendantes, qui ont été jusqu'ici ou méconnues ou trop négligées.

Un autre phénomène qui parle en leur faveur et analogue en quelques façon au Trombes, est celui des *ondées*, ces pluies soudaines et furieuses, qu'on appelle autrement *nue qui crève* (en allemand *Wolkenbruck*): les noms mêmes aussibien que la chose indiquent que ce n'est pas une distillation du nuage en gouttes, comme dans les pluies ordinaires; mais le nuage lui-même, toute la masse d'air et des vapeurs dont il est formé, qui se précipite à la fois.

[1] *Segue parola illeggibile.*

[Nota della Comm.].

Les exemples que je viens de produire nous montrent seulement des colonnes descendantes d'une courte durée, et comme par secousses au milieu des tempêtes: mais il y en a sûrement qui forment un courant suivi assez long. J'ai expliqué plus haut comment l'orage passé, plusieurs heures, et même un jour après, par un très-beau tems, il peut s'établir une colonne descendante, qui donne lieu à un vent très-froid, et l'entretienne long-tems: après j'ai insinué que des colonnes descendantes peuvent être occasionnées, par d'autres colonnes ascendantes, qui ont lieu en tout tems, et sur-tout lorsque le soleil chauffe fortement la terre, et inégalement les différents endroits. Je ne reviendrai donc plus sur ces objets; sur lesquels je ne me suis que trop étendus; et je me contenterai d'ajouter en dernier lieu les deux observations suivantes.

Il arrive quelquefois qu'il s'excite tout-à-coup dans la douce saison, et même en été des vents extraordinairement frais, qui ne viennent ni des régions éloignées froides, ni des montagnes couvertes de neige, et qui ne s'étendent pas beaucoup. Comment donc ces vents circonscrits à notre région tempérée peuvent-ils être si froids? Quelle cause peut-on alléguer de ce refroidissement extraordinaire inattendu de l'air qui nous environne, et qui mis en mouvement au près de nous ne forme qu'un vent local? Certainement je n'en vois aucune, dans la supposition que ce vent soit le même air de notre basse région; mais c'est ce dont je ne conviendrais [1] pas: non non ce n'est pas cet air-là, mais une masse d'air de la région supérieure qui vient de descendre; et se rependant prend un cours horizontal; et entretient ce vent: est-il étonnant alors qu'il soit si froid? Il est aussi ordinairement sec; nouvelle preuve qu'il vient d'en haut. C'est ainsi que la couche d'air de la basse région se change et est remplacée par celui des régions supérieures; et que nous parvenons à respirer de tems en tems cet air plus pur qui vient lui-même nous trouver sans que nous nous élevions vers lui gravissant avec peine les plus hautes montagnes, le tout pour le bien.

L'autre observation regarde ce vent encore plus local, qui souffle inmanquablement du centre d'une colonne pluvieuse circonscrite, sur-tout en été. C'est dans cette saison, et vers la fin du printemps, que ces pluies partielles se montrent le plus souvent: ce sont des nuages orageux, ou si non tout-à-fait tels tenant un peu de l'orage, en ce qu'ils sont limités à une partie de l'horizon, le Ciel étant serein soit tout autour d'eux, soit d'un côté seulement, ou s'il est tout converti il ne l'est pas uniformément, et on distingue cette partie plus chargée, qui va donner la pluie. Enfin cette pluie arrive, et n'occupe pas un grand espace, comme j'ai dit: supposons que cet espace soit le centre d'une grande plaine, d'un lac etc. il est [2] indubitable, qu'il s'éta-

[1] Così nel Mns.

[Nota della Comm.].

[2] In questo punto nel Mns. trovasi una parola illeggibile.

[Nota della Comm.].

blira bientôt des courants d'air, des vents partants comme autant de rayons de ce centre. Qu'on raisonne comme on veut, il est sûr que l'air de la région supérieure doit descendre suivant cette colonne pluvieuse; sans quoi il s'y feroit un vuide: la question se reduira seulement à savoir le quel a été le premier de courant perpendiculaire, ou des courants horizontaux, et a mis en train cette espece de circulation d'air. Pour moi je pense que la chute d'une plus ou moins grande masse d'air refroidie par le nuage a commencé, et que c'est cette chute même de l'air qui a entraîné la pluie, ou du moins a contribué a la determiner.

On porroit n'objecter que ce que j'avance ici ne paroît pas s'accorder trop bien avec ce que j'ai dit et taché d'expliquer ailleurs, savoir, que la masse d'air refroidie par les nuages orageux reste souvent là-haut, et ne descend que peu ou point vers la terre; et que lors même qu'elle descend jusqu'ici, ce n'est que quelques heures, et même un jour après l'orage, que cela a lieu.

Si donc l'air refroidi à un point extrême et condensé à proportion par des nuages orageux chargés de grêle ou travaillants à la former, reste néanmoins suspendu un si long-tems, comment l'air qui a donné place à de nuages simplement pluvieux, peu ou point orageux, ne renfermant ni grêle ni neige, comment cet air beaucoup moins refroidi, et par conséquent moins condensé descendra-t-il dès le commencement de la pluie?

Je reponds que celui-ci est un vent, celui-là un autre, qui tiennent à différentes circonstances; pour demeler les quelles il faut avoir égard principalement à deux choses: à la quantité de l'air qui descend, et à l'hauteur d'où il descend.

Quant à la quantité, elle ne doit pas être fort grande à l'occasion des pluies partielles dont nous parlons, quoiqu'il parte, comme on a expliqué du centre de la colonne pluvieuse plusieurs courants à droite, à gauche ec. ou que ce vent *central* qui accompagne ou suit immédiatement la pluie, est fort doux, passager, et d'une étendue assez bornée. D'ailleurs je puis supposer, que ce qui tombe d'abord d'air par sa propre pésanteur spécifique, effet du refroidissement, est bien peu de chose en comparaison de l'air qui continue à couler en bas sollicité par le courant horizontal, qui une fois commencé se soutient un certain tems par cette espece de circulation. Il suffit qu'il tombe par loi hydrostatique une masse d'air capable d'ébranler les colonnes voisines au point que l'air poussé commence à se repandre autour; car aussitôt de nouvel air accourra à la colonne du milieu pour remplacer celui-là; et ce courant se fera surtout du haut en bas comme il a commencé, pour se replier et rentrer dans le courant horizontal ec. Je l'ai déjà dit, et j'en ai donné en preuve des exemples, qu'une chose purement accidentelle, un rien determine souvent lorsque l'équilibre de l'air est rompu, la voye qu'il prendra entre plusieurs pour se retablir, et modifie par-là, et determine même

ses courants. J'ai montré, que quand une cause accidentelle quelconque l'a une fois déterminé, il continue par lui-même son train, on peut dire par inertie, si on entend par-là l'inertie combinée avec la pesanteur et l'élasticité de l'air.

Quant à la hauteur, d'où descend cet air qui se verse dans la colonne pluvieuse, je la crois assez médiocre; et je me fonde sur ce que le vent, qui en est la suite immédiate n'est pas bien frais, excepté quelques cas particuliers: il l'est pourtant toujours un peu, car sans cela on ne conçoit pas comment l'air supérieur nullement condensé par le froid viendrait déplacer l'inférieur il est au surplus humide à différence de cet autre vent qui souffle le lendemain e. gr. d'une grêle: ce qui prouve encore qu'il ne vient pas de si haut que celui-ci. Je tiens donc que l'air qui descend durant la pluie même ou immédiat-après avoit sa place non pas dans la région des hautes nues, mais dans celle des nues plus basses et presque voisines de terre; que par conséquent il se trouvoit avant que d'être refroidi par la pluie à peine un tant soit peu plus rare que l'air d'ici bas; et alors je comprends très-bien, qu'un refroidissement médiocre a pu suffire pour déterminer sa descente.

Ce n'est que pour l'air beaucoup plus rare des hautes régions, qu'il faut un refroidissement extrême pour le condenser au point, qu'une masse de cet air doive par loi hydrostatique couler jusqu'au bas de l'atmosphère; et on voit bien, qu'avant que cette masse y arrive il doit s'écouler un tems considérable, tant par la longueur du chemin à faire, que par la lenteur de la chute, qui sera plus ou moins grande suivant que la masse est plus ou moins volumineuse.

Voilà ce qui arrive soit par des vents dominants dans la région supérieure, qui ramassent une quantité d'air extraordinairement froid au haut d'une colonne, dont la partie inférieure se trouve assez chaude et conséquemment plus rare; soit à la suite des orages, qui promènent dans l'air des nuages glacés, ou chargés de grêle: et voilà ce qui retarde dans ce dernier cas l'arrivée à terre de cette grande masse d'air prodigieusement refroidi, et le vent d'une semblable température produit par elle, qui ne commence quelquesfois à souffler que le lendemain de l'orage: d'abord cette masse qui forme la partie supérieure de la colonne, ne commence à descendre qu'après que la partie inférieure la couche d'air, qui a été elle-même plus ou moins refroidie par la pluie orageuse, ou par la grêle tombée, se soit reheuffée et diluée suffisamment, comme j'ai déjà expliqué; et alors même que ce terme est arrivé, et pour quelque tems encore elle descend assez lentement, et d'autant plus lentement, qu'il s'agit d'une masse très considérable.

Les circonstances sont donc bien différentes, comme j'ai dit ci-dessus, pour ce vent tardif, mais qui s'étend loin, et dure long-tems à la suite des forts orages, et pour l'autre prompt et court des pluies simples ou à demi

orageuses. Celui là vient d'une très grande masse d'air sec et très froid tombant de la haute region des nues; celui-ci d'une masse beaucoup plus petite tombant de moins haut. Ce n'est pas pourtant que les deux d'air moins froid et plus froid ne puissent se combiner ensemble; au contraire les orages qui fondent en pluie ou en grêle ne vont jamais exempts de ce vent passager, qui accompagne plus ou moins toute pluie *locale*, je veux dire bornée à quelques endroits; mais la chose ne finit pas là dans plusieurs de ces orages, surtout dans ceux qui produisent beaucoup de grêle; puisque il survient dans l'espace de quelques heures, ou le jour après seulement, ou même plus tard ce vent très-froid, sec, et soutenu dont nous avons suffisamment parlé.

XCI.

LETTERA

A

MARTINO VAN MARUM

Como, 23 Luglio 1789.

FONTI.

STAMPATE.

Bosscha Corr. pg. 46.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: E 13; F 37; F 39.
Harlem, Soc. Holl. Sc.
Fam. Volta.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: da Bosscha. Corr.

Bosscha Corr.: è una lettera a Martino Van Marum, in data 23 luglio 1789, in cui il V. fa proposte di esperienze elettriche e dà informazioni riguardanti i suoi lavori sulla meteorologia elettrica e sull'elettricità artificiale. Il Mns. autografo di questa lettera trovasi ad Harlem, Soc. Holl. Sc.: in Cart. Volt. E 14 è la copia di questo Mns.

E 13: è un foglio autografo che porta il seguente titolo, pure autografo: « *Articolo di lettera concernente l'elett.^a del ghiaccio, al Sig. Van Marum. de' 23 luglio 1789.* ». Salvo lievi varianti, esso concorda letteralmente con parte della lettera che qui si pubblica. Il Mns. E 13 venne citato anche nel N° LXII del Vol. IV.

Fam. Volta; Cart. Volt. F 37; F 39: sono due lettere del Van Marum al V., anteriori a quella del V. che qui si pubblica; esse vengono citate in note.

à Come ce 23. juillet 1789.

Monsieur.

J'avois bien reçu votre lettre l'année passée [1], et le beau présent que vous me fîtes, Monsieur des feuilles originaires, où se trouvent empreintes les calcinations de différents fils métalliques par l'étincelle électrique; et j'avois eu l'honneur de faire la connoissance, à son passage de Côme, avec ce gentilhomme Hollandois [2], que vous m'adressates, et dont j'ai oublié dans ce moment le nom. L'ayant prié de vous en remercier, et luy m'ayant promis qu'il vous écrirait tantôt, et qu'il vous informeroit de mes nouvelles, et de la conversation que nous avions eu; je ne fus pas si empressé de vous répondre. Je n'avois rien d'ailleurs à vous dire d'intéressant, ni de vuës à vous proposer sur de nouvelles expériences avec votre grande Machine. J'en attendois donc la continuation pour vous marquer quelque chose. Enfin vous l'avouerez-je? je m'étois abandonné à un peu de paresse, dont je ne veux pas m'excuser. La nouvelle lettre, que vous me fîtes parvenir dernièrement par la voye de Rome [3] m'oblige à ne plus differer de rompre ce silence honteux, et à reparer de la manière que je puis ma faute. Si vous me le pardonnez, mon cher Monsieur, si vous ne m'en punissez pas en me pri-

[1] È una lettera al V., in data 31 agosto 1788, *Cart. Volt. F 39*, pubblicata in *Bosscha Corr.*, pag. 36. In questa lettera il Van Marum discute intorno ad esperienze proposte dal V.

[Nota della Comm.].

[2] Il V. qui accenna a M. Lestevenon, che gli era stato presentato dal Van Marum con una lettera, in data 15 aprile 1788. L'autografo di questa lettera si conserva presso la famiglia Volta, a Milano: essa venne pubblicata la prima volta dai fratelli Alessandro e Zanino Volta, « *Lettere Voltiane inedite* », Como 1883; poi in *Bosscha Corr.*, pag. 34. Insieme a questa lettera, il Van Marum inviava pure al V. « quelques dessins faits en calcinant des metaux par la décharge de notre batterie électrique ».

[Nota della Comm.].

[3] È una lettera, in data 21 maggio 1789, *Cart. Volt. F 37*, pubblicata in *Bosscha Corr.*, pg. 43, in cui il Van Marum sollecita il giudizio del V. sulle esperienze descritte nella sua lettera, *F 39*, citata nella precedente nota [1].

[Nota della Comm.].

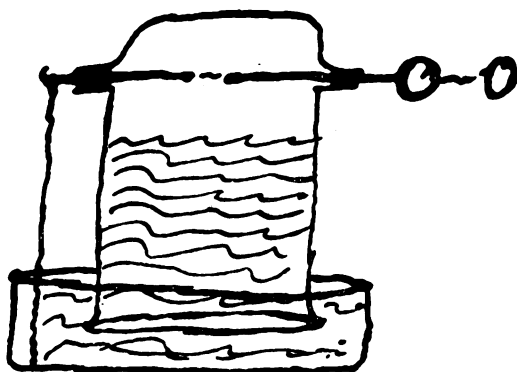
vant de la continuation de votre correspondance, je vous promets d'être plus exact à l'avenir; oh! très-exact et de vous écrire de très-longues lettres.

Je n'ai pas votre lettre de l'année passée sous mes yeux (l'ayant laissée à Pavie) pour vous faire des remarques sur ce que vous me demandiez, ou plutôt des éclaircissements sur les expériences que je vous avois proposées, et que vous trouviez de la difficulté à exécuter: je me resouviens pourtant de quelque chose. Je vous avois proposé de comparer le poids de l'air électrisé avec celui de l'air non électrisé, en les pesant dans un très grand recipient, et de voir si l'électricité positive et negative affectoit différemment l'air relativement à ce poids. Comment en outre une électricité et l'autre influoit sur l'évaporation de l'eau exposée simplement à l'air électrisé de la chambre.

A ce propos je vous dirai, que j'ai trouvé un moyen très-simple d'impregner l'air d'une chambre d'électricité. C'est à l'aide d'une petite bougie allumée portée sur un baton de cire d'Espagne. Je tiens cette bougie élevée avec ma main gauche, et tenant de l'autre main une bouteille de Leyde médiocrement chargée, j'en porte le crochet en contact de la bougie, ou d'un fil de fer qui l'entoure et la retient. La flamme repand aussitôt l'électricité dans tout l'air de la chambre: je n'ai besoin que de m'y promener un ou deux minutes dans cette attitude. Il faut, lorsqu'on a retiré la bouteille du contact de la bougie, éteindre la flamme; qui autrement serviroit à reabsorber l'électricité repandue, surtout si l'isolement de la bougie n'étoit pas parfait; il l'est pourtant assez lorsqu'elle est portée par un baton de cire d'Espagne. L'électricité se manifeste aussitôt dans l'air qui en a été imbu de cette manière, au point qu'en entrant dans la chambre après l'opération l'électrometre de CAVALLO en main, surtout s'il est armé de sa verge conductrice, les petites pendules s'ouvrent de plusieurs degrés, et vont toucher même les parois de la cloche qui les enferme, et elle se soutient cette électricité, si la chambre n'est pas trop humide; ou trop embarrassée de meubles ec. plusieurs heures, en s'affoiblissant très-lentement. Voilà un moyen très-simple et très-aisé, pour ceux qui croient à l'électricité médicale, d'administrer un véritable *bain électrique*; qui peut durer toute la journée, en repetant une manipulation si simple toutes les deux heures les trois, ou les quatre, selon qu'il convient. Certes, si l'on peut esperer quelque chose de l'électricité sur l'économie animale c'est de cette maniere. On peut encore essayer de cette maniere quelle pourroit être l'influence de l'électricité atmosphérique sur les vegetaux ecc.

Je vous avois aussi proposé de faire tomber une tempête de fortes étincelles électriques dans un espace rempli de vapeurs aqueuses pour voir s'il ne s'engendreroit point quelque fluide élastique permanent, quelqu'espece de *gas*. Vous me dites, que l'expérience n'est pas aisée à faire, et me demandez

comment on pourroit s'y prendre. Voilà ce que j'ai imaginé. Une cloche de verre remplie d'eau bien purgée d'air seroit renversée dans un bassin de semblable eau tenu sur le feu pour que l'eau bouillît, et qu'il se rassemblât au haut de la cloche une quantité de vapeur élastique: dans cet endroit la cloche seroit traversée par deux fils métalliques, dont les bouts se présenteroit à un demi ponce, ou à un ponce l'un de l'autre, pour que l'étincelle électrique pût eclater au sein des vapeurs mêmes, lorsque l'électricité seroit conduite d'un conducteur à l'autre. Voyez-en ici une esquisse grossière tracée par un qui ne sçait pas du tout dessiner. Après donc qu'un grand nombre d'étincelles auroit frappé la vapeur élastique de l'eau, la laissant refroidir, on verroit s'il resteroit au haut de la cloche après la condensation des va-



peurs quelque fluide *aëriforme*, et de quelle espee. Je suis persuadé qu'avec les vapeurs de l'esprit de vin, des huiles ecc. on obtiendrait de cette manière de l'air inflammable; mais je suis curieux d'essayer les vapeurs de l'eau.

Pendant que vous vous occupez, Monsieur, des expériences d'une électricité très-forte, puisque vous en avez les moyens, je m'occupe de celles de l'électricité très-foible, qui ne sont pas moins instructives; et dans cette carrière je crois avoir fait quelques pas. Je voudrois pouvoir vous envoyer les *lettres sur la Météorologie électrique* que je publie à mesure dans un Journal de Pavie, et qui sont déjà au nombre de 7. Elles contiennent quelques nouvelles expériences, et plusieurs applications. Dans celles qui suivront, et que j'ai déjà écrites, je m'occupe beaucoup des orages, et surtout de la grêle, sur laquelle j'ai des idées qui sont neuves, et qui ont été goûtées par quelqu'autre Physicien, à qui je les ai communiquées. Dans les autres déjà publiées je me suis attaché singulièrement à examiner la source de l'électricité atmosphérique, que j'attribue à la formation des vapeurs élastiques, et à leur passage à l'état de vapeurs *vessiculaires* ou nébuleuses; et à en faire l'application à l'électricité foible et constante de l'air serein, et à celle un peu plus forte des brouillards,

l'une et l'autre toujours *positive*. Je fais aussi un long examen de l'électricité *négative* des cascades d'eau, découverte par Mr. TRALLES, professeur à Berne, à la quelle se rapporte l'électricité presque toujours *négative* des pluies: phénomène en apparence contraire à mes principes, et qui pourtant examiné de plus près les confirme.

[¹] Quant à l'électricité artificielle je me suis beaucoup occupé des nouveaux moyens de l'exciter et des artifices pour la faire paroître lorsqu'elle est par elle-même imperceptible. Je ne vous dirai rien des artifices, qui se réduisent à la sensibilité augmentée des électromètres, au *condensateur* employé de diverses manières, et à la flamme, et que vous connoissez déjà. Mais je dois vous faire part de ce que j'ai trouvé, que la glace en la raclant simplement avec une lame de couteau ou autrement, s'électrise très bien: c'est-à-dire les raclures deviennent électriques au point que recueillies dans un plat métallique isolé lui font donner des signes, et jusqu'à l'étincelle. Ce qui est plus étonnant c'est, qu'il n'est pas besoin que la glace ait ni les 10. ni les 12. ni les 20 degrés de froid au dessous de 0. Reaum. en quel cas Mr. ACHARD l'avoit déjà trouvée électrisable par frottement; mais qu'il suffit qu'elle soit à 0. qu'elle soit glace enfin; et que même lorsqu'elle fond exposée à un air chaud de 10. 15. 20. degrés au dessus, sitôt que le couteau entame le noyau solide, et qu'il en tombe des raclures sur le plat, l'électricité y paroît, et on en obtient jusqu'à l'étincelle; et cela immédiatement, sans avoir recours ni à un condensateur, ni à aucun autre artifice.

Au reste ce moyen d'exciter l'électricité, en limant ou raclant les corps est excellent: il la decele dans plusieurs, qu'on n'auroit pas soupçonnés capables, et jusques dans le charbon de bois, qui est après les métaux le meilleur conducteur. Enfin ce ne sont que les métaux mêmes, qui se refusent à cette epreuve: eux seuls ne s'électrisent point raclés ou limés. Tous les autres corps s'électrisent plus ou moins; et la glace par excellence, autant, et presque plus que les. resines, le chocolat, le camphre [²].

J'ai lu dans le Journal de Physique votre longue lettre à Mr. le Chev. LANDRIANI sur l'amélioration des coussinets pour les Machines électriques; et j'ai admiré l'adresse et la patience que vous y avez employé, et dont le succès vous a amplement récompensé. Tous les électriciens vous en seront très-obligés. Mais quand est-ce que nous verrons la continuation de vos grandes expériences? Celles sur les animaux? Celles avec la prodigieuse Batterie que vous construisiez dernièrement? Celles que Mr. LANDRIANI, et d'autres vous ont proposé dans de nouvelles vuës?

Mr. VAN SWINDEN continue-t-il d'assister a vos expériences avec les

[¹] Quanto segue trovasi con lievi varianti in E 13.

[Nota della Comm.].

[²] Qui finisce E 13.

[Nota della Comm.].

autres savants? Ce Physicien infatigable, dont j'ai conçu la plus grande estime, travaille-t-il à finir son Cours de Physique? Et combien de volumes en ont-il paru? Jusqu'ici je n'en ai vu que les deux premiers? Il me tarde fort de voir la Physique particulière, et de posséder tout l'ouvrage. Pourriez-vous me le procurer, Monsieur? Faute d'autres occasions adressez-vous à Mrs. GUAITA et *Compagnons*, à Amsterdam qui ont leurs Parents ici à Côme. Vous pourrez aussi par ce moyen m'envoyer vos ouvrages, lorsqu'il en paroît, et d'autres intéressants.

Je suis avec la plus grande estime, et l'amitié la plus sincère
Monsieur

Votre très-humble, très-obéissant Serviteur
ALEXANDRE VOLTA.

XCII.

SECONDO GRUPPO DI LETTERE

DI

ALESSANDRO VOLTA

AL

PROF. G. C. LICHTENBERG

DELL'UNIVERSITÀ DI GOTTINGA

SULLA METEOROLOGIA ELETTRICA

XCII (4).

CONTINUAZIONE DELLE LETTERE

DEL SIG.

DON ALESSANDRO VOLTA

SULLA

METEOROLOGIA ELETTRICA

LETTERA SETTIMA.

Maggio, Giugno 1789.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Bibl., T. IX. maggio, giugno 1789,
pg. 129.
Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 238.
Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: K 8.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Bibl.

DATA: da Br. Bibl.

Br. Bibl.: è una memoria in forma di lettera diretta al prof. G. C. Lichtenberg dell'Università di Gottinga, nella quale il V. parla dell'elettricità negativa dovuta alla spruzzaglia sollevata dalle cascate d'acqua: essa costituisce lo svolgimento dell'argomento trattato in I 36 da foglio 1 a foglio 3 pg. 1 (vedasi il N° XC di questo Volume, ove I 36 è pubblicato).

Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799: vedasi la nota di frontespizio nelle « Osservazioni » a pg. 29 di questo Volume.

K 8: è la redazione autografa di un discorso recitato dal V., il 22 giugno 1788 nell'Univ. di Pavia, in occasione della promozione di tre agrimensori: presenta, pure autografo, il titolo: « *Sull'Elettricità delle cateratte* ». Salvo l'introduzione e la chiusa, K 8 concorda quasi letteralmente con « *Lettera settima* » Br. Bibl., assorbendo nel testo le note che accompagnano la lettera stessa; contiene inoltre in più delle considerazioni, che si pubblicano in nota.

LETTERA SETTIMA

Un viaggio nel Vallese, e al lago di Ginevra da me intrapreso sul principio di Settembre ha interrotto per più di un mese il seguito delle lettere promessevi, o mio Signore. Or che sono ripatriato, e libero d'occupazioni per alcune settimane, che ancor mi restano di vacanza (a), con gran piacere ritorno in carriera, e prosieguo a farvi parte delle mie idee sulla Meteorologia elettrica, secondo che mi si vanno sviluppando in mente.

La principal cosa, di cui mi accade di parlarvi in questa lettera, si è una bellissima scoperta del Sig. TRALLES di Amburgo, Professore di Fisica a Berna, col quale ho avuto occasione di far conoscenza non ha molto. Credo che la scoperta, di cui si tratta, vi sia a quest'ora già cognita: fors'anco vi fu nota prima che a me lo fosse; giacchè, sebbene pubblicata dal suo Autore fin dall'anno passato in un opuscolo tedesco di poche pagine (b), pur io non la riseppi che verso la metà dello scorso Agosto, nel qual tempo mi fu comunicata dal Sig. TRALLES medesimo, che in occasione d'un suo giro venne a trovarmi a Como. Può darsi ad ogni modo, che non siavi per anco venuta a notizia nè la sopra indicata operetta volante, nè la scoperta grande che essa contiene. Checchè ne sia, stimo bene di qui riportarla, e di aggiungervi in conferma le mie proprie sperienze, prima di passare ad ulteriori riflessioni.

Il Sig. TRALLES [1] dunque trovandosi in un giro per le Alpi in faccia alla

(a) Sì la presente, che alcuna delle seguenti lettere io le avea diggià abbozzate prima di mettermi in viaggio; e avendomele recate meco, ne lessi de' lunghi squarci ai Sigg. DE SAUSURE e PICTET nel soggiorno che feci di varj giorni a Ginevra. Al ritorno finii di estenderle nel corso dell'Autunno; e pensando allora a pubblicarle assieme alle precedenti, sospesi di mandarle manoscritte al Sig. LICHTENBERG, cui erano similmente che quelle dirette, prevenendolo intanto di tal mia intenzione.

(b) *Beitrag zur Lehre von der Elektrizitaet ec. von Johann Georg TRALLES*, Bern. 1786.

[1] Quanto segue, nel testo della « Lettera settima », *Br. Bibl.*, compare pure in K 8.

[Nota della Comm.].

famosa cascata d'acqua vicino a Lauterbrunnen chiamata *Staubbach* (ruscello di polvere) venne nel sospetto, che l'acqua col solo sparpagliarsi nell'aria in quella guisa, potesse eccitare qualche elettricità: nè andò fallito il suo pensiero; giacchè presentando l'elettrometro atmosferico da tasca, anche senza la verghetta metallica, e munito soltanto del suo piccolo para-pioggia, presentandolo a quella spruzzaglia minutissima, oppur solo a quel velo che compariva di nebbia involgente, ne ottenne de' segni distintissimi più o meno vigorosi di elettricità *negativa*. La stessa prova gli riuscì nell'altra superba cascata di *Reichenbach*, e in più altri tentativi, anzi sempre che potè fare l'esperienza sopra simili Cataratte, in cui la caduta fosse impetuosa, e tale che l'acqua ne venisse sottilmente divisa, e convertita in una spruzzaglia, o pioggia minutissima qual polvere.

Dal momento, che fui informato di questa bella scoperta, concepì un gran desiderio di ripeterne le prove, e ne ebbi tosto l'occasione nel viaggio, che, come già ho accennato, intrapresi ai primi di Settembre. Dirò dunque, che le sperienze mi riuscirono benissimo, non solo sopra grandi cascate d'acqua, ma ben anco sopra de' ruscelli, che cadendo tra scogli vi si rompeano, non solamente sopra a delle Cataratte propriamente dette, piombanti d'alto; ma sibbene sopra a de' gorghi d'acqua ribollenti, e volgenti le loro onde schiumose sotto i miei piedi: quivi pure io otteneva de' segni, postandomi col mio elettrometro in mano sui bordi di un torrente rovinoso laddove più lo vedea fremere e spumeggiare. Fu, come dissi, in occasione del mio ultimo viaggio a Ginevra, che feci un gran numero di queste sperienze. Passando per la montagna detta *Sempione* nel Vallese, e per tutto il corso della *Diveria*, che resta dalla parte d'Italia, non perdei alcuno degl'incontri favorevoli: tutte le volte, che mi si offriva una caduta d'acqua, grande o picciola che fosse (e sì che sono frequenti), io mi presentava ad essa l'elettroscopio alla mano armato della sua verga metallica, e, se occorreva, anche fornito del solfanello acceso; mi ci presentava quando in faccia, quando da un lato, e in distanza più o men grande, talvolta anche, or per necessità ed ora a bella posta, di qua dal torrente, che correva in fondo della valle, sebben la cascata si facesse di là sul dorso della montagna opposta. Or basti il dire, ch'io ottenni quasi sempre dei segni di elettricità *negativa*: ne ottenni anche allora che la massa d'acqua cadente non era molto considerabile, allorchè non era che un ruscello, il quale rompendosi tra sassi nel cader d'alto, spruzzava delle goccioline, e s'involgeva in un velo di nebbia: ne ottenni dove non era più che un canaletto d'acqua grosso come un dito; di maniera che io non dubito punto, che non si possano avere de' segni elettrici anco dai getti artificiali d'acqua, da quelle fontane saglienti, che ornano i nostri giardini, ognivolta che esse siano tali da spandere intorno simile nebbia, e pioggia finissima.

Per ciò che è delle cadute d'acqua, che restano sotto a' piedi, di que' fondi

in cui fan gorgo le onde spumanti dei torrenti, io non ho avuto alcun segno di elettricità fuori de' casi, in cui il corpo d'acqua era assai grosso, e lo spumeggiare e il ribollire così forte, che gli zampilli che ne sortivano dai fiotti formavano quella pioggia minutissima già descritta, e che in un colla spruzzaglia s'alzava una specie di fumo o nebbia fino al di sopra dell'elettroscopio, ch'io allor presentava allato di tal colonna nebulosa, tenendolo alcun poco inclinato (a).

Da tutto l'esposto fin qui si vede, che non v'è bisogno d'una cascata d'acqua cotanto grande e stupenda, come, per nulla dire della cateratta del Reno vicino a Sciaffusa, sono quelle dello *Staubbach* e del *Reichenbach* già nominate nel Bernese, e della *Pissevache* nel Vallese poco distante da Martigny; quantunque sia vero, che da tali superbe cascate si hanno de' segni incomparabilmente più forti, e ad una distanza molto più considerabile che dalle piccole cascate: accostandosi a quelle coll'elettroscopio in mano, i pendolini, siano semplici paglie, o siano fili d'argento con pallottoline di sovero, si aprono quanto mai possono, e giungono a toccare le pareti della boccetta, se essa non è molto larga. Inoltre codesta elettricità non è di semplice pressione, ma viene realmente infusa nell'elettroscopio, ancorchè sprovveduto della fiamma, e fino della verga acuminata: distruggete, mediante il toccar col dito il suo cappelletto, distruggetela cotal elettricità da lui acquistata; ritirato il dito, ecco che rinasce all'istante. Soffiava un vento assai forte allorquando (era il giorno 8. dell'ora scorso Settembre) io visitai l'ultima delle cascate soprannominate, cioè la *Pissevache*, che è la più stupenda di quante io m'abbia viste; il qual vento gettava contro la montagna la piogghierella fina, e il fumo o nebbia involgente. Ciò non ostante l'elettricità (*negativa* al solito) si faceva sentire a più di 100. passi di lontananza, fin sul gran cammino, dove non arrivavano nè le goccioline, nè la nebbia, in modo almeno che fossero percettibili.

Eccovi, mio Signore, i fatti. Per ciò che riguarda la spiegazione io non dubito punto, e son persuaso che a voi pure non verrà in capo di dubitare, che l'elettricità di cui si tratta non sia un effetto dell'evaporazione; quantunque l'autore della scoperta inclinasse piuttosto ad attribuirla allo sfregamento che l'acqua rotta in minutissime goccioline incontra coll'aria. Cercò egli di appoggiare codesta opinione nell'opuscolo sovraccitato; ma poscia abbando-

(a) Debbo qui soggiungere, che avendo ricorso ai soliti artificj, cioè del solfanello acceso in cima alla verga metallica, della boccettina di Leyden, e del Condensatore descritti ampiamente nelle prime Lettere, ho ottenuto segni sensibilissimi di elettricità, e sempre *negativa*, fin presentandomi in faccia e al lato di una di quelle cateratte fatte ad arte alle nostre grosse rogge o canali, che chiamiamo *Chiuse*, (*Ecluses*), e più volgarmente *travacche* [1].

[1] In K 8, questa nota fa parte del testo.

[Nota della Comm.].

nolla, allorchè mi argomentai di dimostrargliela insostenibile: e fu in occasione delle lunghe conversazioni che ebbimo sopra questo soggetto, e sopra l'elettricità prodotta dall'evaporazione artificiale, dalla combustione ec.; nella qual occasione gli mostrai alcune delle mie sperienze a ciò relative, di cui fu molto soddisfatto. Con queste e colle opportune riflessioni mi fu facile di staccarlo dalla sua opinione, e convertirlo alla mia. Il Sig. TRALLES convien dunque meco al presente sulla causa immediata di codesta elettricità: egli considera meco la gran massa d'acqua che cade e si rompe, in un col volume delle gocce sparpagliate e de' vapori nebulosi, che forma una cascata, considera, dico, tutto questo volume insieme, questo gran nuvolo, com' io lo considero, per un ammasso soggetto ad una emanazione di vapori più sottili alla sua superficie, vuo' dire di vapori elastici trasparenti, che si slanciano fuori dal nuvolo medesimo, e si disciolgono nell'aria circostante più calda, e più secca: evaporazione prodigiosamente accelerata dalla grandissima divisione, e agitazione dell'acqua. Egli vede allora che in conseguenza di una tal evaporazione all'esterno, tutta questa colonna d'acqua insieme colla nube ond'è involta, debbe, secondo i miei principj da esso pure adottati, elettrizzarsi *in meno*, in quanto ella soffre la perdita di una buona dose di fluido elettrico, che s'appropriano i detti vapori elastici, e che diviene in essi *latente*, non altrimenti che succede alla materia del calore, o fluido igneo, il qual diviene del pari *latente* nei vapori, e cagiona con ciò quel raffreddamento, che accompagna pur sempre una rapida evaporazione (a).

Non posso trattenermi dal far osservare a proposito d'un'analogia, che colpisce tanto, tra il fluido elettrico e il fluido calorifico (i quali fluidi ad ogni

(a) In prova che il Sig. TRALLES consente meco nella qui recata spiegazione, ed ha abbandonata affatto la sua prima idea, con cui voleva che l'elettricità delle cascate d'acqua nascesse dallo strofinamento delle gocce contro l'aria in cui si sparpagliano, recherò qui l'articolo d'una lettera da lui scrittami in data dei 2. Novembre 1788. « V'invio la piccola Memoria sopra l'elettricità delle Cateratte di cui ebbi già l'onore di parlarvi. Dopo quel tempo « ho fatto l'osservazione in molti luoghi; e sempre ho trovata elettricità, ed elettricità *negativa*. « Ma io non sono più contento della spiegazione che ne ho dato in quella Memoria, e attribuisco al presente tal elettricità a quella causa, che voi, Signore, avete il primo mostrato « essere una sorgente produttrice di elettricità, vuo' dire all'*evaporazione*. Sono stato coll'elettrometro nel mezzo del fiume *Aar* sopra a degli scogli discendendo il *Grimsel*. Il fiume o torrente ivi si move con gran rapidità e spumeggia molto. Ho potuto assai bene scoprire, che « prima di entrare nella polvere d'acqua (la quale non è così agitata come nelle cateratte), l'elettricità non era che debole, e andava crescendo a misura ch' io m'immergeva nell'atmosfera « acquosa; vi era però un *maximum*; poichè quando giunsi ad essere intieramente involto nella « medesima, l'elettricità scomparve. La stessa cosa mi successe sotto la volta di un ponte. Per « una simil cagione verosimilmente non riuscì l'esperienza, che facemmo insieme al Fonte « *Pliniano* colà sul vostro Lago di Como » [1].

[1] In K 8 questa nota fa parte del testo.

[Nota della Comm.].

modo son ben lontano dal riguardare come identici; mentre ho l'elettrico per un *composto*, e per un essere semplice, per un *elemento* la materia del calore), non posso, dico, a meno di far osservare, che nel caso, di cui si tratta, il freddo che sentesi ognora all'accostarsi di una cascata d'acqua, e che si estende a considerabile distanza, è troppo grande, per poterlo attribuire ad una semplice comunicazione del fresco proprio dell'acqua che cade; e che per conseguenza debb'essere un effetto dell'evaporazione stragrande che soffre quest'acqua medesima sbattuta dall'aria. Una prova la più sensibile e più bella all'istesso tempo del prodigioso raffreddamento, che può produrre l'acqua spruzzata nell'aria, mercè la pronta e copiosa sua evaporazione, ci viene somministrata da una macchina idraulica ingegnosissima, che trovasi nelle miniere di *Schemnitz*, e che porta il nome del suo inventore HELL fratello del cel. Astronomo di Vienna. Questa macchina (tralasciando qui la descrizione, e l'uso della medesima) presenta il seguente fenomeno in vero sorprendente, e degno quant'altro mai dell'attenzione de' Fisici. Girata una certa chiave, per cui schizza acqua ed aria a un tempo con grand'impetuosità, e si sparpaglia quella a meraviglia; e presentato di contro a cotale spruzzo un cappello, un fazzoletto, o simile, questo in breve si copre d'una crosta di ghiaccio grossa più d'una linea. Eppure l'acqua e l'aria rinchiusa nel recipiente non è molto fredda, anzi ha la temperatura di circa 10. gradi Reaum. giusta quanto riferì l'ex-Gesuita PODA vecchio Professore di Meccanica a *Schemnitz* al suo Consocio HERBERT già Professore di Fisica a Vienna (a). Quale e quanta dunque debb'essere l'evaporazione di quel getto d'acqua, tramescolato d'aria; quale e quanto il freddo prodotto, se arriva a congelare tanto prontamente le goccioline d'acqua dianzi sì poco fredda! Or non voglio già che sia così grande a proporzione nelle cascate d'acqua: mi basta solo che il raffreddamento sia anche qui molto considerabile, siccome l'evaporazione rapida e copiosa; perchè abbia a nascere altresì un'elettricità *negativa* assai forte, coerentemente alla mia teoria, e in una maniera analoga, cioè mediante l'inghiottimento che fanno i vapori elastici del fluido elettrico, non meno che del fluido calorifico, rendendo l'uno e l'altro *latenti* nel senso che si è diggià spiegato.

Se alcuno obiettasse, che la colonna d'acqua, che cade parte in massa, parte in goccioline divise, essendo un corpo conduttore, potrà ricuperare di mano in mano a spese della terra, su cui batte, quella dose di fluido elettrico, che i detti vapori spiccati dal suo seno le involano; risponderei, che è ben lungi,

(a) Veggasi un'operetta stimabilissima di quest'ultimo = R. P. Josephi HERBERT e S. I. *Dissertatio de Igne*. Vionnae MDCCLXXIII. nella nota pag. 54. e segg. ove trovasi pure la descrizione della Macchina [1].

[1] In K 8 il contenuto di questa nota fa parte del testo.

[Nota della Comm.].

che tal colonna d'acqua cadente si rifaccia per intiero delle continue sue perdite. Convien considerare infatti, che l'acqua non è già un conduttore perfettissimo; che l'acqua e l'aria miste insieme in quell'ammasso nuvoloso, in quella nebbia o fumo, che formano il più gran volume della cascata, presentano un conduttore più imperfetto ancora, pel quale non può accorrere con sufficiente prontezza dal suolo tutta quell'immensa quantità di fluido elettrico, ch'esige la folla di vapori elastici, che formansi di continuo; dal che risulta un *deficit*: ed ecco l'elettricità *negativa*, che si osserva. Che se la massa nebulosa folta, e tutta l'aria intorno sparsa di goccioline e di vapori vescicolari più o men diradati non è un conduttore sufficiente; l'aria più esterna e rimota, ove quelle goccioline e la nebbia pure non giungono, e che non fa che ricevere e disciogliere i vapori elastici, lo è molto meno; ella è del tutto o quasi *isolante*; e ad ogni modo si spoglia essa pure di fluido elettrico, per fornirne a cotesti vapori trasparenti, a' quali dà ricetto, in parte, e in parte passaggio, la dose di cui hanno tuttavia bisogno, e che vi diviene *latente*. Di qui l'elettricità *negativa*, che si manifesta in distanza cotanto rimarcabile dalle cascate d'acqua, al di là dei termini a cui giunge o la nebbia, o la pioggia fina, come ho già fatto rimarcare [1].

Si potrebbe anche credere, che non solamente i vapori elastici, ma sib-

[1] Qui vien meno l'accordo con K 8, il quale presenta in più le seguenti considerazioni:
Cart. Volt. K 8.

[Nota della Comm.].

« Coloro che applicatisi alle osservazioni dell'elettricità atmosferica, han veduto che quella « delle nebbie naturali è sempre *positiva*, potrebbero per avventura trovar singolare, che « l'elettricità di quest'altre nebbie prodotte dalle cascate d'acqua, sia *negativa*, ed essere im- « razati nel render ragione di questi fenomeni in apparenza contrari. Ma più nol saranno, « e cesserà ogni sorpresa, qualora adottino la nostra spiegazione. E basta solo di riflettere al- « l'andamento di queste e di quelle nebbie, che è giustamente in senso contrario. Nelle nebbie « naturali sono i vapori già elastici, e disciolti nell'aria, che condensandosi, e prendendo la « forma di palloncini cavi, ossia di vapori vescicolari, ritornan acqua, o s'incamminano a questo « stato, e per tale regresso perdendo la straordinaria *capacità* che avevano di contenere il fluido « elettrico, ne si manifestano sopraccarichi. All'opposto nella nebbia o fumo dell'acqua che si « rompe nell'aria, le goccioline e i vapori vescicolari vanno scostandosi sempre più dallo stato « d'acqua col passare a quello di vapori elastici; con che acquistando maggiore capacità di « prima per contenere il fluido elettrico, ne si mostrano scarseggianti, in ragione che non pos- « sono venir tosto provveduti della dose che loro abbisogna. In una parola queste son nebbie, « in cui l'evaporazione è retrograda. E egli meraviglia pertanto, che le une manifestando elet- « tricità *positiva*, le manifestin *negativa* le altre? E non è questo anzi consentaneo alla teoria « che tutto rifonde nella formazione e distruzione de' vapori elastici? Resta dunque ferma contro « ogni obbietto e consolidata da tutte le prove la spiegazione sopra recata del fenomeno osser- « vato per la prima volta dal Sig. TRALLES; la quale attribuisce ai vapori elastici, che nascono « all'esteriore della massa d'acqua cadente, o della nube o nebbia, ond'essa è involta, e che si « spargono largamente e incessantemente nell'aria circondante che li dissolve, l'origine di « quell'elettricità *negativa*, che vi si osserva ».

bene i vapori vescicolari che tutta ingombrano la cascata, avessero la facoltà di contenere, ed esigessero per l'equilibrio, ossia per la rispettiva loro saturità una dose più abbondante di fluido elettrico, che l'acqua onde provengono; e che per conseguenza la formazione ancora di cotesti vapori bastasse a far nascere l'elettricità *negativa*, col rendere una quantità di fluido elettrico *latente*, nel senso diggià spiegato, ed analogo a quello del *calor latente*: esser, dico, potrebbe, che cotesti vapori vescicolari avessero, egualmente che i vapori elastici, e solo con qualche minor proporzione, una *capacità specifica* più grande che l'acqua in istato liquido; giacchè poi il contrario ch'io tengo, cioè che non posseggano i vapori vescicolari maggior *capacità* di contenere il fluido elettrico dell'acqua stessa, che niuna *elettricità latente* loro competa, non è cosa assolutamente dimostrata. Se crediamo al Sig. DE SAUSSURE son anzi i vapori vescicolari quelli, in cui entra e si nasconde il fluido elettrico, che poi si libera, secondo lui, e compare ridondante, allorchè si trasformano in vapori elastici, e si dissolvono nell'aria. Egli considera il fluido elettrico come un *ingrediente* de' detti vapori vescicolari, e in niun modo de' vapori elastici; e si fonda su alcune osservazioni dell'elettricità naturale, singolarmente sull'aumento, che suol prendere l'elettricità *positiva* dell'atmosfera al rasserenarsi del Cielo, e sull'affievolirsi e scomparire la medesima del tutto o quasi nella più parte degli annuvolamenti (a). A queste osservazioni però, che neanche si possono riguardare per molto costanti, e che non ci sarebbe difficile di spiegare inerendo a' nostri principj, se fosse qui il luogo; ne contrapponghiamo delle altre, quanto più certe e immancabili, altrettanto più chiare e dimostrative: e sono quelle della vigorosa elettricità *positiva*, che salta fuori dalle basse nebbie, massime al lor primo comparire, e dove si formino rapidamente; e dello svanire di tale elettricità al dileguarsi delle nebbie medesime. Or qui è pur visibile, che il fluido elettrico è spremuto fuori, a così dire, dai vapori elastici, allorchè condensandosi prendon la forma di nebulosi ossia vescicolari, ed è di nuovo assorbito ritornando questi allo stato di vapori elastici invisibili: all'opposto di quel che pensa il Sig. DE SAUSSURE, che l'ingojino cioè; e se l'appropriino i vapori vescicolari; e gli elastici lo caccian fuori comparando essi allora in un coll'aria che li tien disciolti, di tal fluido sopraccarichi.

Se a queste osservazioni sull'elettricità atmosferica aggiungansi le altre sull'elettricità prodotta dall'evaporazione artificiale, queste verranno tutte a deporre contro l'opinione, che attribuisce la facoltà di assorbire ed appropriarsi il fluido elettrico ai vapori vescicolari anzichè agli elastici; e ad assicurare tal prerogativa a questi ultimi sopra i primi. Non è d'uopo, che di

(a) Veggasi il tante volte citato Articolo. *Nouvelles Recherches sur l'Electricité Atmosphérique* nel Vol. II. della sua Opera *Voyages dans les Alpes*, pag. 259. e segg.

richiamarsi le sperienze e le osservazioni addotte nella precedente lettera: primieramente quelle, che fan vedere quanto si riesca facilmente ad elettrizzare *in meno* l'apparecchio isolato, sia colla combustione de' carboni, sia collo svolgimento di qualche *gas*, o finalmente coll'ebullizione dell'acqua, in una parola con tutti i processi, in cui succede evidentemente la produzione d'un fluido elastico. In secondo luogo le sperienze, in cui si riesce tanto meglio a produrre tal elettricità *negativa*, quanto meno di vapori vescicolari si mescolano ai vapori elastici; come accade allorchè l'acqua bolle fortemente, e le pareti del vaso son esse medesime assai riscaldate, e sopravanzano l'acqua di molto; e meglio ancora si riesce allorchè sole emanazioni elastiche si producono senza alcuna mescolanza di vapori nebulosi, come nella combustione de' carboni senza fumo. Finalmente i tentativi inutili, cioè l'elettricità nulla o quasi nulla, ove tutti i vapori elastici, o la più gran parte si cambiano pressochè all'istante di lor formazione in vapori vescicolari, in nebbia o fumo, in contatto dell'apparato evaporante medesimo.

Rivolgendoci poi di nuovo all'analogia col fluido calorifico, il quale parimenti è assorbito e portato via dai vapori, onde il raffreddamento de' corpi evaporanti proporzionato alla quantità e rapidità dell'evaporazione, sappiamo che sono i vapori elastici invisibili, non già i nebulosi ossia vescicolari, quelli che in grazia di una straordinaria *capacità* acquistata compiono tal funzione, rapiscono cioè una dose di detto fluido igneo, e appropriandoselo e ingojandolo in certo modo lo rendono *latente*. Questo calore così scomparso, ricompare di nuovo non solo ove si condensino e si disfacciano cotai vapori elastici in modo di figurarsi di nuovo in gocce; ma eziandio conformandosi in vapor fumoso o vescicolare. Ne è una prova tra le altre il vapor bianco dello spirito fumante di sale, che manifesta un calore notabilmente superiore a quello del liquore da cui s'alza: anzi allorchè si svolge con effervescenza il gas acido-marino dal sal ammoniaco versandovi sopra acido di vetriuolo, è noto da un pezzo ai Fisici, che generandosi freddo nella miscela, nasce un considerabile caldo nel vapore o gas sviluppato, laddove appunto si addensa in fumo, o in quella specie di nuvoletta bianca.

Or se in questo, e in molti altri sperimenti è manifesto che i vapori, le emanazioni elastiche, che si formano, assorbono una gran dose di fluido igneo, e lo fanno per tal modo scomparire; e che poi lo spremono fuori, e fanno che compaja di nuovo al sol tramutarsi in vapori nebulosi; l'analogia ci guida a conchiudere lo stesso anche per il fluido elettrico; e sarebbe un rovesciarla affatto il credere, che una dose straordinaria se ne appropriino anzi i vapori vescicolari, e si liberi poi e divenga ridondante ne' vapori elastici. Strano in vero sarebbe un tal fenomeno, e non conciliabile colle idee che ci siamo formate. Oltredichè non consente colle sperienze sull'elettricità prodotta artificialmente per mezzo dell'evaporazione, e colle osservazioni più ovvie e parlanti

sull'elettricità naturale delle nebbie ecc., come abbiamo mostrato. Tutto dunque concorre a dinotarci, che i vapori elastici posseggono una molto maggiore *capacità* di contenere il fluido elettrico, siccome pur l'hanno rispetto alla materia del calore o fluido igneo, che non i vapori vescicolari; i quali forse non hanno una *capacità* maggiore dell'acqua stessa.

Dico *forse*, perchè ritornando al primiero proposito non è dimostrato, che sia realmente così, che la *capacità* cioè de' vapori vescicolari non ecceda punto quella dell'acqua; che anzi è più che possibile, che tali vapori partecipino, nello stato, dirò così, medio che tengono tra l'acqua liquida e i vapori elastici, della facoltà propria di questi ultimi di esigere e contenere maggior dose di fluido elettrico che l'acqua in massa. È possibile, ripeto, che i vapori vescicolari o nebulosi tengano anch'essi qualche poco di questa proprietà dei vapori elastici invisibili. Tai vapori vescicolari in questa supposizione esigerebbero maggior dose di fluido elettrico che l'acqua in istato liquido, minore però assai che i vapori elastici: e con ciò l'analogia coi fenomeni del calore, sopra di cui abbiamo insistito, non verrebbe in alcun modo lesa, potendosi egualmente supporre, che gli stessi vapori vescicolari abbiano altresì un *calore specifico*, una *capacità* di contenere il fluido igneo media tra quella dei vapori elastici, e quella dell'acqua, assai più vicina però a questa.

Nell'anzidetta supposizione, trattandosi solo di un poco di *capacità* di più, di cui godrebbero i vapori vescicolari sopra l'acqua in massa, non dovrebbe punto sorprenderci, che non si manifesti elettricità *negativa* abbastanza sensibile nelle evaporazioni di questa specie, cioè puramente nebulose, fuori dei casi in cui queste si facciano molto in grande, e ne sorga una quantità immensa di tai vapori vescicolari, siccome accade nelle cascate d'acqua ecc.; nè sorprenderci dovrebbe che riesca nulla o quasi nulla tal elettricità nelle nostre meschine esperienze con delle caffettiere e pentole d'acqua calda fumante; e sol si ottenga un buon effetto allorchè si porta l'acqua medesima ad una forte ebullizione, sì che produca in copia dei vapori elastici dotati di molto maggiore *capacità* dei vescicolari, per portar via il fluido elettrico ed impoverirne l'apparecchio isolato.

Ecco tutto quello, che si potrebbe attribuire ai vapori vescicolari quanto all'arricchirsi anch'essi di fluido elettrico a spese del corpo evaporante. E ciò pure non è che una supposizione gratuita, non anco appoggiata ad alcuna prova diretta. Il perchè son io determinato di attenermi per ora in tutto e per tutto alla spiegazione, che ho data sul bel principio del fenomeno rimarcabile scoperto dal Sig. TRALLES; la quale attribuisce ai soli vapori elastici, che nascono all'esteriore della massa d'acqua cadente, e della nube o nebbia, onde essa è involta, e che si spargono largamente e incessantemente nell'aria circostante che li dissolve, l'origine di quell'elettricità *negativa*, che vi si osserva.

Questa spiegazione ci conduce dirittamente all'elettricità delle piogge, che è quasi sempre *negativa*; e a quella delle nubi temporalesche, che è pur sovente tale, ad onta dell'elettricità sempre *positiva* delle nebbie e delle nubi semplici non temporalesche. Ma queste siccome molte loro applicazioni a' fenomeni della Meteorologia elettrica, formeranno il soggetto, d'una o più lettere, che mi propongo ancora di scrivervi. Sono intanto ec.

XCII (B).

CONTINUAZIONE DELLE LETTERE

DEL SIG.

DON ALESSANDRO VOLTA

SULLA

METEOROLOGIA ELETTRICA

ADDIZIONE

ALLA LETTERA SETTIMA.

Luglio, Agosto 1789.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Bibl., T. X. luglio, agosto 1789,
pg. 39.
Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 255.
Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799.

MANOSCRITTE.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Bibl.

DATA: da Br. Bibl.

Br. Bibl.: è una memoria in forma di lettera diretta al prof. G. C. Lichtenberg, nella quale il V. discute sulla causa dell'elettrizzazione nell'evaporazione.

Traduz. ted. Lipsia, 1793 e 1799: vedasi la nota di frontespizio nelle « Osservazioni » a pg. 29 di questo Volume.

ADDIZIONE ALLA LETTERA SETTIMA

Diverse sperienze da me fatte nel corso dell'anno passato (1788) e nel principio del presente sull'elettricità originaria delle polveri e delle raschiature di moltissimi corpi riputati comunemente non elettrici, e fino del ghiaccio, ed altre sopra l'elettricità che nasce dalle effervescenze, rendono necessaria questa addizione alla lettera precedente che fu scritta avanti tali sperienze, e nella quale non dubitai di dichiarare insostenibile affatto l'opinione del Sig. TRALLES che ripeteva l'elettricità delle cadute d'acqua dallo strofinamento che questa soffre rompendosi nell'aria e sparpagliandosi in minutissime gocce. Si è veduto come egli medesimo infine ripudiò questa sua opinione, e sottoscrisse alla mia, che riguarda cotal elettricità per un effetto dell'evaporazione, cui soggiace la massa d'acqua cadente.

Dacchè nè coll'aggirare rapidissimamente con una lunga corda di seta una palla metallica, od altro conduttore, entro all'aria anche la più asciutta; nè collo spingere per mezzo di un forte mantice l'aria stessa contro qualsivoglia *conduttore*, si è potuto mai ottenere il minimo segno di elettricità (riuscito essendo appena di eccitarne de' debolissimi, con tal impulso e sfregamento dell'aria, nelle resine, ed altri corpi *idioelettrici*; e allor solo che tanto essi, quanto l'aria erano ben secchi); qual mai elettricità, io dicea, aspettarci potremo dallo stropicciamento dell'acqua spruzzata semplicemente nell'aria, e sì in un'aria umida all'estremo? Non è altronde l'umido nemico mortale dell'elettricità per istrofinamento? Queste soprattutto erano le obbiezioni ch'io facea al Sig. TRALLES, e con cui mi riuscì di convertirlo. Or che direbbesi, se in oggi venissi io stesso a temperare quella troppo decisa sentenza, e affermassi non essere poi siffatta opinione del Professore di Berna del tutto insostenibile? No: tale non ardirei più di qualificarla, dopochè molte nuove e curiose sperienze mi hanno insegnato, che diversi corpi, anzi quasi tutti quelli, che strofinati in massa un coll'altro, o contro l'aria, ricusano di elettrizzarsi;

ridotti poi in minuzzoli, o in polvere, e in tale stato soffregati, ed anche solo lanciati con impeto nell'aria, dan segni non equivoci di concepita elettricità. Son note le sperienze del Sig. TIBERIO CAVALLO registrate nelle Transazioni Anglicane (a), colle quali lasciando cadere da un cucchiajo asciutto di vetro, di metallo, d'avorio ec., poca resina spolverizzata sopra un piatto metallico isolato, da quel leggiero strisciare e strofinarsi contro il cucchiajo acquistava essa polvere resinosa tale e tanta elettricità, da far dare al piatto, sopra cui raccoglievasi, vivace scintilla (b). Questa sperienza variata in più modi, ed estesa ad altre polveri e limature d'ogni genere, da me, dal Sig. BENNET (c) e da altri, ci ha fatto vedere, che tutti quanti i corpi, anche quelli che passano per buoni conduttori, eccetto solamente i metalli, conduttori veramente perfetti; che tutti, dico, i corpi, fatti in bricciole o in polvere, ove si facciano passare per uno staccio o crivello, e sia pure di metallo, sicchè abbiano a strofinarsi bene, ovvero si caccin fuori con veemenza da un soffietto, concepiscono tostamente, chi più chi meno, qualche elettricità. Basti il dire che ne concepiscono, non che le farine, la cenere, la calce e il gesso stritolati, la polvere delle strade, e quella delle vesti, l'arena; ma fin le sabbie metalliche, le ferruginose cioè o piritose, stacciandole o soffiandole, come s'è detto, ovvero scuotendole da un polverino anch'esso metallico; e per ultimo i tritumi e la polvere di carbone, che è, come si sa, dopo i metalli il miglior conduttore.

(a) A. 1780. Vol. LXX. pag. 15.

(b) Nel Tomo XII. Par. II. degli *Opuscoli Scelti* di Milano 1789. pag. 141. trovasi una Memoria in ristretto del Sig. HAGREN sulle *Fulgurazioni di alcuni fiori*, tradotta dallo Svezzeze. L'Autore ha osservato ne' giorni più caldi e asciutti dell'estate, poco dopo la caduta del Sole, sopra certi fiori alcuni lampeggiamenti, ch'egli sospetta avere qualche cosa di elettrico, e tiene che siano connessi coll'eiaculazione del polline delle Antère, ossia polvere fecondante. Se quest'ultimo è, non v'ha neppur luogo di dubitare del primo, cioè che la luce comparsa, non sia luce elettrica. Però (intendiamoci bene) l'elettricità non vuol già dirsi causa di quell'esplosione, bensì effetto della medesima. Non resta, dico, più luogo a dubbio, or che note sono le sperienze, con cui le polveri resinose, ed altre più o meno idioelettriche, spruzzate fuor da un soffietto con mediocre impeto, o scosse solo da un polverino, da un cucchiajo forato, o simile, ne vengono ad un alto segno elettrizzate, massime se ed esse, e il soffietto o polverino siansi previamente ben bene asciugati, e mantengansi caldetti. Or se queste favorevoli disposizioni, dell'asciugamento cioè, e di un dolce calore, accompagnino lo scoppio del polline dell'antère; e questo scoppio lanci detta polvere fecondante con maggior impeto, e le faccia soffrire più vivo sfregamento, che non fa il polverino o il soffietto alla nostra resina stritolata; e se finalmente tal polvere delle antère sia anch'essa idioelettrica al par delle resine, o poco meno, di natura cioè ad elettrizzarsi facilmente per istropicciamento, come lo è quella infiammabilissima di Lycopodio, e d'altri fiori; si concepisce che l'elettricità eccitata per l'anzidetto scoppio e spruzzo impetuoso può giugnere sino a produrre de' lampeggiamenti. Non son contento però, fin tanto ch'io non riesca a produrne colle polveri di resina o di solfo, trattate ne' modi sopra indicati: la qual cosa non credo difficile.

(c) V. ADAMS *Essay on Electricity* 1787. *Supplement*.

Per quelle materie, che si possono avere in massa, riesce assai meglio l'esperienza alla mia maniera, che è di limare il corpo, o raschiarlo con coltello od altro, e le raschiature che cadono riceverle immediatamente nel piatto isolato. Con questo mezzo, lasciando da parte il solfo, le resine ec., ottimi idioelettrici, e che perciò si elettrizzano benissimo anche stropicciandoli al consueto modo in massa, e parlando solamente degli altri corpi che alla solita maniera, siccome men buoni idioelettrici, si elettrizzano difficilmente e poco, quali sono la cera, il sego, il cioccolato, la canfora, e simili; dirò, che ottengo delle scintille, tosto che ho lasciato cadere poche raschiature di cotesti corpi sul piatto metallico isolato; e che ne ottengo pur anco, o se non scintille, de' segni elettrici abbastanza marcati, trattando in simil modo altri corpi riconosciuti più per conduttori, che per idioelettrici, cioè legni ed ossi mediocrementemente secchi, allume, gesso cristallizzato, zucchero ed altri sali, marmo, e diverse altre pietre, mattoni e calcinaccio secco, crosta di pane, biscotti ec. Questi, ed altri corpi, che strofinati in massa appena è che concepiscano qualche debolissima elettricità, e che per loppù non danno il minimo segno, questi, dico, raschiati, e raccolte le loro raschiature, come si è indicato, in copia sufficiente sul piatto isolato, vi recano un'elettricità più che sensibile; quale elettricità manifestano essi stessi i fragmenti o polveri, ripellendosi visibilmente, e sparpagliandosi in quella che cadono. Ma ciò che dee recar più meraviglia è, che fino il carbone, altronde così buon conduttore, che poco la cede ai metalli, o almeno è il primo dopo di essi, limandolo con coltello produca picciola sì, ma pur sensibile elettricità, talchè il piatto raccoglitore delle sue rasure non ne ha ancor coperto tutto il fondo, che move l'elettrometro a pagliette di più gradi.

Tutte le addotte sperienze, e massime l'ultima del carbone, provano quanto questa foggia di attrito, ossia abrasione, prevalga all'altra consueta foggia di semplice stropicciamento, nell'eccitare originariamente l'elettricità; giacchè cotal abrasione fa dare de' segni fortissimi a tanti corpi, che altrimenti non ne darebbero; e come non rifiutano per tal mezzo di elettrizzarsi gl'istessi conduttori passabilmente buoni, contro ciò che si era creduto; come infine non sono che gli ottimi conduttori, i veramente perfetti, cioè i metalli, che eccitar non si possono. Basta dunque una qualche imperfezione nella forza di condurre, quale imperfezione si truova fin nei carboni, perchè possa mediante un convenevole attrito eccitarvisi l'elettricità. Or simile, ed anzi maggiore imperfezione di conducibilità non ha anche l'acqua, e più ancora i vapori di essa? Perchè dunque vorrà dirsi impossibile l'elettrizzamento per confricazione delle gocce minutissime, in cui si divide essa e si rompe sferzata dall'aria che attraversa con impeto, o, se non delle gocce piene, de' suoi vapori vescicolari men *deferenti* ancora? Il Sig. BENNET (a) ha avuto segni con quel

(a) V. ADAMS *loc. cit.*

suo elettroscopio delicatissimo a fogliette d'oro, e noi pure ne abbiamo avuto col nostro a pagliette, da una nube di polve di cipro che ingombrava una stanza, e dal polverlo alzato sopra una strada dall'unghie de' cavalli: e non se ne potrà avere da una cateratta formante una simil nube, e una pioggia minuta al par della polvere, e più di essa commossa nell'aria? Nè serve il dire, che l'acqua è un troppo buon conduttore. Certo non lo è più del carbone, la cui polvere spinta fuori con impeto da un soffietto pur si elettrizza.

Ma più di tutto questo fanno al proposito le sperienze, ch'io ho instituite sopra il ghiaccio, cui son riuscito ad elettrizzare benissimo coll'abrasione, ancorchè fosse buon conduttore, atto a scaricare istantaneamente la boccia di Leyden, e a trasmettere quindi la *commozione* tanto come l'acqua, o poco meno. Nè ciò mi fece maraviglia, dacchè mi era riuscita l'esperienza col carbone, ch'è del ghiaccio miglior conduttore. Solamente fui sorpreso che l'elettricità eccitata nelle raschiature del ghiaccio riuscisse cotanto grande, poco o nulla cioè inferiore a quella delle raschiature di cioccolata, e di ceralacca. La cosa va a tal segno, che non è ancor coperto per metà il fondo del piatto metallico isolato delle briciole di ghiaccio che vi cadono, che tal piatto si truova già elettrizzato al grado di scoccare viva scintilla contro il dito, che gli si accosti. Molto più ancora fui sorpreso allorchè vidi ciò operarsi non solo dal ghiaccio freddissimo, cioè a 6. 8. 10. gradi sotto il zero di REAUMUR (al qual termine comincia a non essere più buon conduttore della *commozione*; ancorchè disti molto ancora dal potersi dire vero *coibente*, e non lo sia che verso i gr. — 20. come ha trovato il Sig. ACHARD (a)); ma e da quello già vicino a sgelare, e dal ghiaccio attualmente fondentesi, ed esposto ad una temperatura di 10. 15. 18. gradi sopra la congelazione. Così è: tenendo in mano un grosso pezzo di ghiaccio, che trasportato in una stanza riscaldata dalla stufa sgocciolava da tutti i lati, e raschiandolo colla lama di un coltello, appena veniva questa, via spazzatone il velo d'acqua che ricopriva il ghiaccio, a portare sul vivo, e ad intaccare il nucleo solido, che il piatto metallico, il qual ne riceveva i minuzzoli abrasi e cadenti, dava segni di elettricità, e presto anche la scintilla. Questa elettricità delle raschiature di ghiaccio (per dirlo qui di passaggio) l'ho trovata sempre *positiva*; laddove quella delle rasure d'altri corpi riesce *positiva*, o *negativa*, secondo la specie di essi corpi, e secondo varie circostanze, che è difficile di ben determinare.

Non contento della prova di raschiare de' pezzi solidi di ghiaccio, ho voluto far anche l'altra di soffiare fuori da un manticetto, mantenuto freddo quanto conveniva, del ghiaccio spolverizzato, e della neve asciutta qual farina (per le quali sperienze porsemi ogni opportunità il freddo acutissimo dello scorso Inverno); e con questo mezzo pure ottenni segni ben distinti di elet-

(a) *Journ. de Phys.* 1776. Novembre.

tricità. Le molecole del ghiaccio si elettrizzavano senza dubbio pello stropicciarsi che faceano contro il cannello del soffietto, non altrimenti che accade colle altre polveri, colla cenere, colle farine, colla calce o gesso macinato, colla polve scossa dagli abiti ec., le quali messe in un soffietto, e spinte fuori con impeto, diventano, pello sfregamento loro contro il cannello, elettrizzate. Ma io non dubito punto, che in quella guisa, che molte di queste polveri, e forse tutte, si elettrizzano eziandio col solo strofinarsi contro l'aria in cui s'alzano scosse con qualche violenza, ed entro a cui s'avvolgono tumultuariamente, come già si è veduto dei nuvoli di polvere sulle strade; così pure avverrebbe di elettrizzarsi alla neve e al ghiaccio fatto in polvere, pel solo venir lanciati con impeto nell'aria, e avvolgersi con moto turbinoso in seno ad essa: e son persuaso, che un tal fenomeno abbia luogo realmente in certi nubi di neve sommamente agitata e sferzata da' venti; vuo' dire, che venga per questo mezzo ad acquistare un nuovo giuoco l'elettricità.

Ritornando ora all'acqua in istato liquido, e allo strofinamento delle sue minutissime gocce, e de' suoi vapori vescicolari contro l'aria, non dovrà sembrare più cotanto strano, dopo le addotte sperienze sulle raschiature e polveri di tanti corpi riconosciuti più per *conduttori* che per *coibenti*, e perciò tenuti comunemente per *anelettrici*, le quali polveri e raschiature pur si elettrizzano assai bene col venire strofinate; e dopo le prove singolarmente sopra il ghiaccio e la neve in polvere; non dovrà, dico, sembrare ormai più strano, che quelle gocce finissime emule in certo modo della polvere, e quei vapori, che si slanciano dal seno delle grandi cascate d'acqua, fendendo l'aria e strofinandovisi vivamente, ne sortano, non altrimenti che dette polveri e raschiature, in virtù di cotale stropicciamento elettrizzate. No: questa non è, come potè sembrare a prima giunta, un'idea stravagante; nè, secondo mi son già espresso al principio di questa aggiunta, ardirei più di pronunciarla insostenibile affatto: sebbene ella abbia contro di sè le seguenti osservazioni, che la rendono per lo meno molto improbabile.

E primieramente addurrò l'esperienze colla neve e col ghiaccio stesso spolverizzati, nelle quali osservai, che se non eran ben secchi, se cominciavano appena a fondersi, per quanto gli spignessi con impeto fuori del manticetto, non mi diedero mai il minimo segno di elettricità. Or questo è una prova di fatto, che solamente in istato solido, e talmente solido che non l'involga alcun velo liquido, può l'acqua strofinandosi con checchezza divenire elettrica. Nè a ciò contraddice l'esperienza più sopra recata, in cui raschiando con coltello un pezzo di ghiaccio tutto grondante d'acqua, le raschiature che ne provenivano mostraronsi elettriche; giacchè appunto le prime raschiature bagnate non davan segno alcuno; e soltanto allorchè spazzata via dalla superficie del ghiaccio l'acqua, e intaccato questo sul vivo se ne spiccavano delle briciole secche, allora soltanto compariva l'elettricità in esse, e nel piatto isolato che le raccoglieva.

In generale lo stato di liquidità è sommamente contrario a ciò che un corpo si elettrizzi per istropicciamento; siccome pure è sfavorevole qualunque consistenza semifluida. Così gli olj, la pece liquida, i grassi non concreti, sebben siano più coibenti che conduttori, pure agitati, sbattuti, percossi come-chesia, e da qualunque corpo, punto non si elettrizzano. Che più? Un sottile strato d'olio, o d'altro liquore, un leggier velo d'acqua, che ricopra una lastra di vetro, di solfo ec. le toglie di elettrizzarsi per istropicciamento, come infatti non si elettrizza punto finchè non sia resa asciutta. In somma voglion essere, perchè ne sorga elettricità, le superficie d'ambi i corpi strofinantisi e solide e secche. Uno de' due corpi, è vero, può anche essere non solido, può essere cioè l'aria, la quale spinta con impeto, mediante e. g. un forte mantice, contro la faccia di una resina lucida e monda, o di un vetro terso e asciutissimo, viene ad eccitarvi qualche debole elettricità; ma dee pure essa aria trovarsi secca: in caso contrario l'esperienza non riesce. Or se tanto nuoce l'umido dell'aria, e un semplice appannamento de' corpi strofinantisi, che manca perciò di eccitarsi l'elettricità fin ne' migliori idioelettrici; come mai aspettarci potremo che essa nasca dallo stropicciamento delle gocce dell'acqua medesima, o di quella pellicola d'acqua onde son formati i vapori vescicolari, contro l'aria resa già umidissima?

Nè solo nuoce a segno di estinguere ogni elettricità originaria, d'impedire cioè che essa nasca per istropiccio, l'acqua in istato di aggregazione, l'acqua che o fluisca, o ricopra d'un liquido velo la superficie de' corpi stropicciantisi; ma ben anche quella, che umetta l'intiere lor sostanza, l'acqua imbevuta da' corpi spugnosi, e si nasconde che non appare. Un mattone non ben secco, un legno poco stagionato, un osso alquanto succoso, raschiati alla mia maniera, danno ben scarsi segni di elettricità; sebbene siano cattivi conduttori, poco o nulla atti a trasmettere la *commozione* quando fan parte dell'*arco scaricatore*, e però più coibenti assai del carbone e del ghiaccio; i quali ultimi la trasmettono benissimo, come s'è già veduto, e nondimeno soffrono col raschiarli di elettrizzarsi; e sì il ghiaccio a segno di far dare scintille al piatto isolato, che raccoglie le sue bricciole nell'atto che raschiate gli piovono in seno. Un legno verde poi, si raschii, si limi come si vuole, e ne piovano le limature in qual copia si vuole sul piatto isolato, non sarà mai che questo venga portato a dare il minimo segno di elettricità; non già perchè tal legno verde sia troppo *deferente*, essendolo ancora meno del ghiaccio e del carbone, che pur non ricusano per tal mezzo di elettrizzarsi; ma perchè asconde in seno tropp'acqua, nemica a siffatto eccitamento dell'elettricità.

Son dunque egualmente notabili e la virtù del ghiaccio di elettrizzarsi esso medesimo per istropicciamento, cioè con un'attrito che giunga all'abrasione; e quella dell'acqua d'impedire in qualsivoglia corpo, ov'ella s'insinui, l'eccitamento dell'elettricità pegli istessi mezzi dello stropiccio e del-

l'abrasione. Ma che diremo dell'altro stato della medesima acqua, sì diverso dai due sotto cui l'abbiamo esaminata, che è quello di *vapore elastico*? Che diremo di questo vapore in certo modo aeriforme, e secco? Che possa, o no, elettrizzarsi per istropicciamento? E se sì: collo stropicciarsi soltanto contro a' corpi solidi; oppur anche contro l'aria?

Troppo ardito invero sarebbe il negare assolutamente la possibilità di queste supposizioni, quand'anche fosser destituite d'ogni verosimiglianza, e lontane da qualunque analogia; la qual cosa non è: che anzi, se non vi hanno fatti dimostrativi, non mancano però delle buone congetture fondate sopra esperienze, che indur potrebbero ad ascrivere appunto allo strofinamento, che incontrano i vapori elastici, l'elettricità, che per l'evaporazione medesima si produce; e sono quelle stesse sperienze riportate nella Lettera precedente con tutte le loro particolarità, e col ragguaglio delle circostanze che più favoriscono cotal eccitamento dell'elettricità per opera dell'evaporazione artificiale. Si comprende in tal supposizione perchè il lento abbruciar de' carboni in un fornello elettrizzi questo, in un col resto dell'apparecchio isolato, più bene, che qualsivoglia evaporazione d'acqua, di spirito di vino, o d'altro liquore: egli è, che i vapori secchi, che tramanda il carbone bruciando, le sue emanazioni elastiche, vengono a strofinarsi vigorosamente contro l'aria parimenti secca, in cui si sollevano con rapidità; laddove i vapori elastici ma non permanenti dell'acqua ec. si strofinano essi pure, ma già in parte disfatti, ma entro un'aria resa da essi molto umida. Si comprende come, volendosi pur ottenere elettricità coll'evaporazione dell'acqua, se ne ricerchi a un buon riuscimento l'ebullizione: dessa allora tramanda gran copia di vapori elastici e li scaglia con impeto; all'incontro mancando l'ebullizione, comechè abbondino il fumo, sono scarsi i vapori propriamente elastici, e sorgono meno impetuosi, onde men vigoroso succede di essi lo sfregamento, e in un'aria strabocchevolmente umida. Si comprende perchè vi vogliano alte le pareti del vaso, in cui bolle l'acqua, e ristrette anzichè no; siccome pure quelle del fornello, in cui sfumano ardendo i carboni: a proporzione, che tali pareti sono più alte, e il vaso ristretto, cresce lo strofinamento contro di quelle de' vapori che salgono. Perchè finalmente giovi cotanto l'introdurre a' carboni nel fornello una picciola corrente d'aria per di sotto (picciola, dico, acciò non si ecciti combustione troppo viva, dovendo questa essere per le ragioni ivi spiegate assai moderata): questa corrente promove, accelera, e regola in certo modo l'anzidetto strofinamento de' vapori contro le pareti.

Ecco come si spiegano in una maniera facile e piana tutti quegli accidenti, e quelle circostanze, che favoriscono l'eccitamento dell'elettricità per opera sia della combustione, sia dell'evaporazione forzata dell'acqua, sia dello svolgimento dei *gas*, nel supposto che s'ecciti cotal elettricità in virtù dello strofinamento, che incontrano all'atto di staccarsi dalla massa evaporante, e più

ancora appresso nel salire, quelle emanazioni elastiche. Convengo di buon grado, che il tutto fin qui si spiega con eguale facilità, ed anche maggiore, che nell'altra mia supposizione, con cui stabilii, che in tali emanazioni elastiche risulti, appunto per cotesta loro novella forma, maggior *capacità* di contenere il fluido elettrico; e quindi ne nasca una naturale esigenza, per soddisfare alla quale rapiscano a' corpi medesimi onde si spiccano, a quelli che incontran salendo, e all'aria medesima che attraversano, una dose di fluido elettrico; cui vadano poi dismettendo a misura ch'esse emanazioni elastiche, essi vapori si condensano ec.

Tale idea, che mi si presentò la prima suggeritami dall'analogia della materia calorifica o fluido igneo, di cui parimenti si arricchiscono i vapori elastici a spese de' corpi evaporanti, tale ipotesi, dico, tutta mia, che esposi brevemente in un colle più ovvie applicazioni (a) quando prima pubblicai le sperienze, con cui mi era riuscito di far nascere elettricità colla sola evaporazione, combustione ec., ipotesi, cui ebbi la compiacenza di vedere adottata dai primi Fisici, e che ho seguita in tutto il corso di queste Lettere, non ho difficoltà di confessare, che sarei ora quasi per abbandonarla io stesso, e per abbracciare l'altra sovra esposta, che ripete semplicemente dallo strofinamento de' vapori elastici l'elettricità di cui si tratta; se osservazioni d'altro genere non rendessero sommamente improbabile quest'ultima opinione; e quella mia prima, oltre la bella analogia col calore già indicata, non comparisse eziandio più feconda di belle applicazioni, e consentanea ai fenomeni meteorologici; ond'è, che tutto ben considerato persisto a darle la preferenza.

Per cominciare dalle osservazioni, che fanno contro al preteso elettrizzamento de' vapori per confricazione, dirò, che non si sa intendere come nelle nostre sperienze l'apparato evaporante isolato abbia mò sempre ad elettrizzarsi *in meno*, di qualunque materia esso sia, e di qualsivoglia specie il corpo impostovi che sfuma in vapori. E perchè ha da toccare sempre ai vapori di elettrizzarsi *in più*; nè ha mai da variare l'elettricità, variando lo stropicciamento? Non accade già così colle raschiature, le quali sortono elettrizzate dallo stropicciamento *in più* o *in meno*, secondo che son esse varie di specie, e varj i corpi contro cui si strofinano o da cui si spiccano; e sogliono anche per delle circostanze talvolta impercettibili cangiare dal *positivo* al *negativo*. Or come va, che tutti i vapori, per quanto diversi essi sieno, quelli cioè dell'acqua, dello spirito di vino, dell'etere, degli olj, le emanazioni del carbone che brucia ec., come va, dico, che tutti questi vapori sian sempre quelli, che in virtù dello stropicciamento debbano contrarre l'elettricità *di eccesso*, obbligando ad elettrizzarsi costantemente *per difetto* e ferro, e rame, e argento, e porcellana, e vetro, e legno, e carbone, e acqua, e aria, quanti in somma son corpi, da cui

(a) Nel più volte citato Supplemento alla Memoria sul Condensatore.

si staccano, e contro cui si soffregano detti vapori nel sollevarsi in alto? Come non succede mai il contrario, di elettrizzarsi cioè tali o tali altri vapori *in meno*, e tale o tal altro corpo, contro cui si stropicciano, *in più*?

L'unico caso del ferro e del rame, che tocchi dall'acqua allorchè sono roventi si elettrizzano *in più*, non toglie la difficoltà: è questo un caso particolare, un fenomeno complicato, il qual riceve più d'una spiegazione, come ho fatto osservare nella Lettera precedente; e che lascia sussistere in tutta la sua universalità il fatto primario, cioè che ogni e qualunque evaporazione per sè stessa porta via del fluido elettrico all'apparato evaporante. Or, ripiglio, che ciò non potrebbe aver luogo per tutti quanti i vapori, e per tutti quanti i corpi con cui vengono a strofinarsi, se tale strofinamento appunto fosse la causa prossima dell'elettricità, che nasce dall'evaporazione. E non dovrebbero i vapori oleosi almeno, strofinandosi contro le pareti de' vasi di terra, e meglio ancora di vetro, elettrizzar questi *per eccesso*, e rimaner essi elettrizzati *per difetto*, conformemente all'indole nativa degli uni e degli altri, per cui i vetri affettano l'elettricità *positiva*, e le resine e i grassi la *negativa*? Ma anche tra gli altri vapori non oleosi ve ne dovrebbero avere, che elettrizzassero *in più* alcuno dei corpi, da cui si svolgono, o contro cui strisciando si strofinano, se vero fosse che non da altro, che da cotale strofinamento nascesse l'elettricità, di cui si tratta.

Ma il fatto sta che il corpo qualunque sia, da cui si spiccano i vapori, o contro cui si strofinano, si mostra sempre elettrizzato *in meno*. Ciò invero non si concilia troppo bene con quello, che ne insegna l'esperienza circa l'elettricità prodotta dallo stropicciamento, la quale varia secondo la natura de' corpi che si cimentano, e secondo altre circostanze; molto più poi ne' corpi minutissimi, ne' tritumi e nelle polveri. Io ho trovato nelle numerose mie esperienze variabilissimi i risultati non solo con diverse polveri e raschiature strofinate contro un dato corpo, ma talvolta coll'istessa polvere, coll'istesse briciole cimentate coll'istesso corpo, e per quanto pareva nel modo medesimo, talvolta con non altra differenza che del raschiare più o men forte, o spingerle fuori del soffietto [1] con più o meno di violenza. Immaginate poi cambiando e polvere, e corpo fregante, e foggia d'attrito, se era possibile il predire con certezza quale dell'elettricità *positiva* o *negativa* sarebbe toccata alla polvere o raschiatura: appena mi riusciva d'indovinare colle polveri di resina, di cera, e d'altri corpi, che affettano decisamente l'elettricità *negativa*. Or come persuadersi, che i vapori elastici di qualsisia sostanza, strofinandosi con ogni genere di corpi, non abbiano a concepire mai altra elettricità che la *positiva*? Se però il fatto è costante, che cotai vapori si arricchiscono mai sempre di fluido elettrico a spese de' corpi da cui si sollevano, e che lam-

[1] Vedasi *Cart. Volt. I* 39, pubblicato nel N° LXI, Vol. IV. [Nota della Comm.].

biscono, dirò così, nel salire, ond'è che l'apparato evaporante rimane pur sempre impoverito, cioè elettrizzato *in meno*; creder conviene che ciò succeda per tutt'altra cagione, che per l'allegato stropicciamento; per una cagione che tiene immediatamente alla produzione dei vapori. E qual mai esser può questa cagione, se non una naturale intrinseca esigenza nata in essi vapori elastici, in quanto per cotal nuova forma assunta hanno acquistata una maggiore *capacità* di contenere il fluido elettrico, del pari che il fluido calorifico? O dunque lo strofinamento de' vapori non fa nulla all'eccitamento dell'elettricità, di cui si tratta; o pochissimo: tanto poco, che non giugne mai qualunque esso sia, a far sì, che l'apparato evaporante dia segni di elettricità *in più*.

Ho parlato fin qui de' vapori elastici, ma non permanentemente, ed ho provato colle sperienze tanto mie, che altrui, moltiplicate e variate in più modi, che sempre cotesti vapori, sian acquei, siano spiritosi, siano oleosi, portan via del fluido elettrico all'apparecchio isolato, cioè al vaso che contiene la materia evaporante, e dà a cotai vapori passaggio: ciò che, per ripeterlo ancor una volta, accader non dovrebbe con tanta costanza, se tale elettricità nascesse veramente da stropicciamento; parendo che alcuni di quei vapori, gli spiritosi e. g. o gli oleosi almeno, dovessero, conformemente all'indole di tali sostanze, in virtù dello strofinamento deporre anzi del loro proprio fluido elettrico, ed elettrizzare *per eccesso*, se non i vasi metallici, quelli di terra e massime di vetro. Or convien dire qualche cosa eziandio dei vapori elastici permanenti, delle così dette arie fattizie, o *gas*. Questi dunque verranno anch'essi all'appoggio e conferma della mia opinione, se l'esperienza ci farà vedere, che tutti, e sempre, e in ogni caso portino un'elettricità *negativa* nel vaso isolato, in cui succede l'effervescenza, onde son generati. Certo se la cosa procede così, qualunque sia il *gas* che si svolge, qualunque il miscuglio effervescente, qualunque infine la materia del vaso, egli si renderà sommarmente probabile, per non dire dippiù, che alla produzione stessa di tai fluidi elastici, alla straordinaria capacità di essi, non già allo stropicciamento variabile e incostante che incontrano, sia dovuto il costante immancabile assorbimento, che fanno tutti quanti del fluido elettrico. E qui pure ci assisterà l'analogue coll'elemento del calore, o fluido igneo, il quale, come dai vapori, così ancora vien rapito dai *gas*; e occasiona sempre un notabile raffreddamento della miscela effervescente, o almeno una gran diminuzione di quel calore, che altronde svolgesi dalla miscela medesima; il qual calore si manifesta perciò tanto intenso, quanto maggior copia si produce di *gas*.

Ma è poi tale il fatto, che ogni e qualunque effervescenza, col tramandare qualsisia fluido aeriforme, elettrizzi costantemente *in meno* qualsivoglia vaso? Le mie prime sperienze, e molte altre che feci in seguito colle effervescenze, che producono aria fissa, aria nitrosa, ed aria infiammabile, e colla

combustione de' carboni, da' quali emana dell'aria infiammabile e della fissa insieme, avean corrisposto benissimo; epperò deponendo tutte in favore della mia opinione, venivano ad escludere l'altra, con cui attribuir si vorrebbe allo strofinamento l'elettricità in que' tentativi eccitata. Ma avendo di recente ripetute e variate tali sperienze, mi avvenne di osservare, che alcuna volta le dissoluzioni metalliche, da cui svolgesi l'aria infiammabile, in ispecie quella del zinco nell'acido vetriolico diluto, elettrizzavano il vaso e tutto l'apparato *positivamente*, invece di elettrizzarlo al solito *negativamente*. Colle altre dissoluzioni, che producono aria fissa, finora ebbi sempre elettricità *negativa*; ma chi sa col ripeterle e variarle ancora, che non incontri qualche nuova eccezione od anomalia? Quello di cui posso promettermi un esito invariabile, cioè che, dandomi segni di elettricità, siano di elettricità *negativa*, si è la combustione dei carboni, lo spruzzarli così ardenti d'acqua, e il tuffarli nella medesima. In queste sperienze, che ho ripetute migliaia di volte, in cui l'apparato suol manifestare un'elettricità discretamente forte (assai più di quella che ottiensi colla semplice ebullizione dell'acqua), non è mai stata altra che *negativa*, e un sol caso contrario non mi è capitato ancora.

Or dunque cosa pensare di quei casi, in cui colla produzione dell'aria infiammabile metallica è nata nel vaso elettricità *positiva*? Quello che già esponemmo nella Lettera sesta a proposito di una simile elettricità prodotta collo spruzzare acqua sopra il ferro, e il rame roventi: cioè, che dall'alterazione che soffre il metallo e il menstruo, dalle decomposizioni e nuove combinazioni che si fanno, si genera per avventura, o si sviluppa nuovo fluido elettrico, il quale, secondo che è in copia sufficiente di risarcire la dose che si porta via il fluido elastico aeriforme, od è maggiore, o minore di questa dose, fa che risulti l'elettricità nell'apparato o *nulla*, o *positiva*, o *negativa*. Con ciò si rende facilmente ragione di simili anomalie; e con ciò sembra che acquisti maggiore verisimiglianza la supposizione del Sig. DE SAUSSURE, che il fluido elettrico si generi effettivamente, e sia, conforme anche all'idea del Sig. KIRWAN, una specie di aria infiammabile (a): io direi piuttosto (se m'inducessi ad adottare una tal generazione del fluido elettrico), che fosse non aria infiammabile propriamente, ma un fluido analogo in qualche modo, o tale, che si genera in compagnia di essa.

Checchè ne sia, che si generi nuovo fluido elettrico, o che si sviluppi soltanto il pria nascosto e combinato, torna sempre in campo la bella analogia col calore. In molte miscele e dissoluzioni sappiamo che svolgesi o si genera del caldo, che innalza di più gradi il termometro: come allorchè si unisce un acido alla calce viva, o ad un alcali caustico. Or se l'alcali non sia caustico, ma dolce, effervescente, e similmente sia la calce cruda e aerata, il calore

(a) l. cit.

che risulterà combinandosi tanto questa che quello coll'acido, fia di molto minore, talvolta nullo, e non di rado *negativo*, cioè fia che ne nasca un reale raffreddamento: come allorchè si versa dell'aceto, o un debole spirito di nitro sopra l'alcali volatile appunto effervescente. La ragione di ciò è, che l'aria fissa, che passa allo stato elastico, e si svolge dalla calce aereata, o terra calcare cruda, e dall'alcali parimenti aereato, all'affondervi l'acido, quest'aria, dico, tirando a sè e appropriandosi, in grazia della grande capacità che acquista coll'assumere tale abito aeriforme, una gran quantità di fluido calorifico, diminuisce tanto il calore prodotto dalla combinazione dell'acido coll'alcali puro, o colla calce pura, che giugne in alcuni casi a rendere tal calore nullo, e fino a produr freddo, come nell'esempio qui sopra allegato. Abbiamo dunque in tutte le effervescenze produzione e svolgimento di calore per un lato, e assorbimento del medesimo per l'altro; onde risulta, secondo che prevale questo o quello, un raffreddamento od un riscaldamento della miscela. Così pure abbiamo, se non in tutte le effervescenze, in alcune di quelle che svolgono aria infiammabile, quinci produzione o svolgimento di fluido elettrico, e quindi perdita del medesimo, per la porzione che si porta via detta aria; onde risulta elettricità *positiva*, o *negativa* nel vaso che contiene la materia effervescente, secondo che è più il fluido elettrico svolto o prodotto, o quello che va via ec.

Comunque una tale spiegazione sia abbastanza fondata, e renda non forzatamente ragione delle anomalie, di cui si tratta, cioè dell'elettricità *positiva* prodotta alcuna volta da certe effervescenze, e più spesso dall'acqua che svapora in contatto del ferro e rame roventi, in luogo della *negativa* solita a prodursi in tutte le altre evaporazioni ed effervescenze; non voglio negare, che più semplice ed ovvia presenterebbesi un'altra spiegazione, qualora attribuir si volesse l'elettricità osservata in tutte le sperienze di questo genere allo stropicciamento de' vapori elastici, e dei *gas*. Allora anzichè incontrar noi obiezioni e difficoltà nella variazione di cotesta elettricità or *positiva*, or *negativa*, vi ravviseremmo la maggior congruenza, conoscendo già per altre innumerabili prove, quanto soglia cambiare per poco dall'una all'altra specie l'elettricità eccitata per istrofinamento, massime ne' corpi poco coibenti, massime nei tritumi e briciole de' medesimi, nelle polveri ec. Confesserò di più che mi han fatto gran colpo alla prima tali anomalie; che mi han reso per qualche tempo titubante; e che indotto m'avrebbero fin anche a rinunciare alle mie belle idee sull'elettricità che nasce dall'evaporazione e dalle effervescenze, e a riguardar questa elettricità per puro effetto dello stropicciamento dei vapori e dei *gas* eruttati; se tali casi dell'elettricità *positiva* non fossero stati troppo pochi in confronto di quelli, in cui si ha la *negativa*; e questi pochi casi medesimi non fossero stati accompagnati sempre da una troppo rimarcabile circostanza, qual è la decomposizione di un metallo, e la produzione dell'aria infiammabile. Non si tratta dunque qui di semplice volati-

lizzazione: un altro fenomeno v'interviene, che può ben bastare a far cambiar faccia alla cosa, ancorchè non se ne intendesse il come. Però noi abbiám cercato di spiegarlo; nè la spiegazione data sarà parsa del tutto inverisimile. Che se per attenersi ad una spiegazione, che sembra, come ho confessato, più ovvia, dir si volesse che l'elettricità *positiva* nasca in que' pochissimi casi dallo sfregamento di quel qualunque fluido elastico, che s'innalza, tornerei ad obbiettare la gran difficoltà, ch'io ho per insuperabile; e direi: possibile, che in niun altro caso di vapori acquei, spiritosi, oleosi, che sortono da' vasi metallici, terrei ec. non si ecciti mai elettricità *positiva* in detti vasi, ma costantemente *negativa*? Possibile che si ecciti sempre e poi sempre per egual modo *negativa* colla combustione de' carboni di qualsivoglia specie e posti in qualsisia recipiente? e lo stesso collo spruzzarli leggermente d'acqua mentre ardono? lo stesso col tuffarli e spegnerli in essa? Ecco ciò che mi ha richiamato alla mia prima idea, in cui mi hanno vieppiù rinfrancato, convincendomi dell'insussistenza dell'opinione che tutto attribuir vorrebbe allo stropicciamento de' vapori, le seguenti osservazioni.

Passando, che è tempo ormai, dall'elettricità prodotta dall'evaporazione artificiale forzata e dalle effervescenze a quella che nasce per la naturale e blanda evaporazione in seno all'Atmosfera, il solo riflesso che i vapori s'alzano appunto così chetamente e lenti, bastar dovrebbe a far abbandonare l'idea, che possano per sì lieve strofinamento con l'aria elettrizzarsi. All'incontro ammettendo in essi quell'accrescimento di *capacità* all'atto e in virtù di lor formazione, quell'esigenza, di cui abbiám parlato, si vien tosto a capire come hanno a portar via prima alla terra, poi agli strati d'aria più vicini ad essa, e mano mano ai men vicini una dose sempre minore di fluido elettrico, fino al luogo, ove avendo ricevuto tutto quello che lor bisogna, non ne prendono d'avvantaggio: dal che viene, che e la terra, e gli strati d'aria più vicini ad essa, siccome quelli che ne fornirono dippiù, si mostrino di tal fluido elettrico i più scarseggianti; e manifestisi quindi un'elettricità rispettiva *di eccesso* negli strati più alti, anche non facendosi colassù alcuna condensazione di vapori, rimanendo cioè il cielo perfettamente sereno; molto più poi se tai vapori vengano a condensarsi e a perdere quella straordinaria capacità che già ebbero.

Nulla ho detto ancora, che se lo strofinamento de' vapori contro l'aria fosse quello che vi eccitasse l'elettricità, dovrebbe questa manifestarsi assai più vigorosa del solito spirando venti impetuosi; quando l'esperienza c'insegna, che il contrario anzi accade.

Ma quello, che più favorisce, e dimostra son per dire ad evidenza la mia teoria, è la fortissima elettricità *positiva*, che si produce dalla formazione delle nuvole e delle nebbie. E quale mai stropicciamento de' vapori elastici può supporsi qui e mettersi in campo, allora massimamente che accadono

tali anniebbiamenti, e tal formazione di nuvoloni temporaleschi eccessivamente elettrici in seno di una gran calma? Dirassi, che vengono i vapori ampiamente sparsi, come chesia raccolti e condensati; e che però, senza che nasca nuova elettricità in essi, quella che aveano dianzi cresce d'intensità in ragione che si raccolgono e stringono in minore spazio? Ma nelle nebbie non avviene punto così, e sovente neppure ne' temporali; non vengono certamente i vapori, per la massima parte almeno, da' luoghi molto rimoti a congregarsi in un picciolo spazio; ma i già esistenti in quel campo d'aria, sebbene invisibili perchè elastici, aeriformi, e disciolti perfettamente nell'aria, mercè l'aggiunta di pochi altri che sopraggiungono, o per azione del freddo che li sorprende e ne rende tal aria soprassaturata, si trasformano in vapori vescicolari, e presentano quegli ammassi nebulosi, que' nuvoloni di cui parliamo: per la quale trasformazione perdendo quella straordinaria *capacità* che aveano in istato di vapori elastici, divengono cotanto ridondanti di fluido elettrico. Or quanto è facile, e viene da sè una tale spiegazione fondata sulla diversa *capacità* de' vapori elastici, e dei vescicolari; altrettanto riuscirebbe difficile di tirarci qualunque altra spiegazione, e massime ove null'altro considerar si volesse circa questi o quei vapori, che il supposto strofinamento, e questo solo si volesse far giuocare.

Io però nè escluder lo voglio del tutto, nè sostenere, che a nulla valga affatto: dirò solo per conchiudere, che son fermo in credere, che di questo strofinamento de' vapori poco o niun conto se ne abbia a fare, tanto rispetto a' fenomeni, di cui abbiamo fin ad ora parlato, quanto riguardo a molti altri della Meteorologia elettrica, di cui si è trattato e si tratterà nel corso di queste lettere.

Ho creduto di dover esporre in questa lunga postilla gli argomenti, che potrebbero far credere possibile l'elettrizzazione delle goccioline d'acqua, e de' vapori vescicolari, mercè lo stropicciamento loro coll'aria; onde avesse poi a ripetersi da tal cagione, secondo pensò il Sig. TRALLES, l'elettricità che si osserva nelle gran cascate d'acqua: così pure di recar in mezzo quelle altre ragioni ed osservazioni, che con assai più di verisimiglianza indur potrebbero ad attribuire tale virtù allo strofinamento de' vapori elastici, che possono dirsi in certo modo secchi. Non ho dissimulato nulla di ciò, che è, o sembra favorevole all'una e all'altra di quelle opinioni, affinchè non mi si dica, che prevenuto troppo per la mia antica sentenza io cercassi solo di combattere le altre. Si può dunque restar persuasi, ch'egli è, non già per suggerimento del mio amor proprio, ma in conseguenza d'un esame rigoroso e imparziale delle ragioni pro e contra, e soprattutto d'uno studio seguito dei fenomeni meteorologici, che mi attengo a codesta mia teoria già esposta in più luoghi, e che vado vieppiù sviluppando con nuove applicazioni nelle susseguenti lettere. Finalmente cosa perderebbe il mio sistema intorno all'origine dell'elet-

tricità atmosferica, se i vapori salendo da terra involassero a questa, e agli strati d'aria più vicini quella dose di fluido elettrico onde si arricchiscono essi vapori, e arricchiscono gli strati più alti, l'involassero non per una accresciuta *capacità* di contenerlo, come ho sostenuto e sostengo, ma in virtù di quel-qualunque strofinamento che soffrono? Rimarrebbe sempre vera la parte essenziale della mia scoperta, e l'applicazione immediata all'Elettricità atmosferica: cioè che questa ognor *positiva* (quando delle cause accidentali, facili a spiegarsi, non la turbino e inducan la contraria) è prodotta dal fluido elettrico, che i vapori si portan seco mano mano negli strati d'aria più alti a spese de' più bassi, e dalla Terra: che condensandosi detti vapori, e riducendosi al basso e sulla Terra, vi riportano il fluido elettrico già preso, ec.

XCII (C).

CONTINUAZIONE DELLE LETTERE

DEL SIG.

DON ALESSANDRO VOLTA

SULLA

METEOROLOGIA ELETTRICA

LETTERA OTTAVA.

Settembre, Ottobre 1789.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Bibl., T. XI, settembre, ottobre
1789, pg. 33.
Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 284.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: E 11.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Bibl.

DATA: da Br. Bibl.

Br. Bibl.: è una memoria in forma di lettera diretta al prof. G. C. Lichtenberg dell'Università di Gottinga, nella quale il V. discute sull'origine dell'elettricità negativa che si osserva durante le piogge dirotte, e talvolta anche nelle nubi; essa costituisce lo sviluppo di un argomento in parte trattato in I 36, da foglio 11 pg. 4 a foglio 12 pg. 2, e da foglio 3 pg. 1 a foglio 4 pg. 1 (vedasi il N° XC di questo Volume, ove I 36 è pubblicato).

E 11: venne già citato al N° LXXXIX (D); esso presenta a pg. 2 una breve trattazione dell'argomento svolto nella prima parte della « *Lettera ottava* » Br. Bibl.

LETTERA OTTAVA

L'elettricità quasi sempre *negativa* delle piogge quando quella di Ciel sereno, delle nubi non temporalesche, e delle nebbie alte o basse, è sempremai *positiva*; quando in ragione che più si addensano le nebbie stesse, e già già distillano in gocce, cresce codesta elettricità *di eccesso*, è un fenomeno, che non era punto facile a intendersi avanti la scoperta del Sig. TRALLES, intorno alla quale ci siam lungamente trattenuti nella lettera precedente; ma che in oggi mediante tale scoperta si spiega da sè stesso. E in vero se nelle cascate d'acqua, lo sparpagliarsi di questa in gocce fa nascere in tutto quel volume d'aria a cui giungono tali gocce, e a cui s'estende quella nebbia, o quel denso velo vaporoso, che involge la cascata medesima, vi fa nascere, dico, un'elettricità *per difetto*; se questa elettricità è eccitata in qualunque modo si voglia da quella spruzzaglia; ben si vede, che lo stesso accader debbe nelle piogge, almeno in quelle dirotte, che son pur esse una cascata d'acqua, e in cui spicciano similmente goccioline da ogni lato, e si attenuano in guisa di annebbiare più o meno tutta la colonna d'aria, che le riceve.

Ho detto in qualunque modo si voglia eccitata codesta elettricità *negativa* dalla spruzzaglia, cioè dal rompersi e sparpagliarsi dell'acqua; e ho inteso di dire, che anche quando fosse cotal elettricità effetto dello stropicciamento delle goccioline e de' vapori contro l'aria, dovrebbe la medesima per parità di causa aver luogo, come nelle cascate propriamente dette, così pure ne' rovesci di pioggia. Che se non da siffatto stropicciamento, ma sibbene dalla formazione de' vapori elastici, che scappan fuori dalla colonna d'acqua cadente, o dalla massa piovosa, e si dissolvono nell'aria contigua, (dall'assorbimento cioè, che tali vapori fanno del fluido elettrico, col renderne *latente* quella dose che corrisponde all'accresciuta loro *capacità*) vuol ripetersi *l'elettricità per difetto*, di cui si tratta, come ne persuadono le ragioni altrove già

allegate (a), e vieppiù ne comproverà il complesso de' fenomeni meteorologici, che verremo spiegando; sarà pur facile l'intendere in qual maniera non le sole piogge impetuose e dirotte, ma ben anche le meno forti, e fin le piccole e tranquille, faccian nascere in seno all'Atmosfera l'istessa elettricità *negativa*, rovesciando l'antecedente *positiva*. Non già, che le piccole piogge producano immantinenti questo rovescio, come fanno le grandi e dirotte; nè che quelle portino l'elettricità *di difetto* a così alto segno come queste: ma egli è ben raro, che la pioggia, per tranquilla che sia, non giunga in termine di pochi minuti a dissipare l'elettricità *di eccesso*, ond'era prima imbevuta l'aria, e ad indurvi qualche grado di elettricità *per difetto*. Soltanto le minutissime piogge lasciano talvolta sussistere un debole resto di elettricità *per eccesso*, e più spesso il riducono a nulla.

Ma pure si danno delle piogge anche forti, degli scrosci d'acqua, che ben lungi dall'indurre nell'aria sopra le nostre teste l'elettricità *negativa*, vi lasciano regnare la *positiva*, e ne la rinvigoriscono anzi. Che rispondere a ciò? Che tal cosa accade soltanto in occasion di temporale: per que' temporali, in cui la nuvola, che ci sta imminente, e che scarica la pioggia, è sì fortemente elettrica *in più*, che vince quella qualunque elettricità *in meno*, che il rovescio d'acqua può mai eccitare. Le gocce che cadono, essendo parte di quella nuvola strabocchevolmente ridondante di fluido elettrico avviene per quanto ne perdano nel lor tragitto fino a terra, che sì per semplice comunicazione, che in virtù dell'evaporazione cui soggiacciono, pur ne ritengano tanto ancora da mostrarsi fortemente elettrizzate *per eccesso*. Questo caso però è raro fin anche ne' temporali: giacchè la massima parte delle piogge temporalesche ci danno anch'esse elettricità *per difetto*; ed è chiara la ragione. Primo perchè ne' temporali i nuvoli dello strato inferiore, cioè più vicini alla terra, son essi medesimi più spesso elettrici *per difetto* che *per eccesso*, come ne indicano gli elettroscopj atmosferici. Secondo perchè anche quando l'inferiore strato di nuvole, quello che si scioglie in pioggia, è elettrico *per eccesso*, se questa elettricità non è estremamente forte, se non supera di gran lunga quella che hanno parimenti *di eccesso* le nuvole non temporalesche, la pioggia proveniente, siccome da queste, così pure da quelle, spogliandosi nel suo tragitto di fluido elettrico quanto debbe per la formazione de' vapori elastici, che da ogni sua goccia si spiccano, non giunge a terra che impoverita di esso fluido elettrico al di sotto della dose naturale, cioè elettrizzata *in meno*. Non altro dunque, che una prepotente elettricità *di eccesso* nella nuvola che si scioglie in pioggia, può portare, come abbiám detto, all'aria bassa, e ai nostri apparati atmosferici, una giunta di tale elettricità; quando nol faccia per altra guisa, cioè servendo la colonna pluviosa di conduttore per iscaricare l'elettricità ridondante

(a) Vegg. la Lett. 7. e più particolarmente l'Appendice alla medesima.

nella nuvola onde procede: il che avviene pure talvolta, se questa nuvola è molto vicina a terra, e la pioggia fitta fitta. Col fin qui detto sono così bene d'accordo le osservazioni, che più bella conferma non si potrebbe desiderare: ed è inutile il trattenerci su di ciò più a lungo. Ma debbo pure dir qualche cosa più in particolare dell'elettricità occasionata dalle piogge, fuori de' temporali; e addurre alcune mie osservazioni.

Dirò dunque, che, tranne alcune piogge temporalesche, e lasciando le estremamente minute, e quelle di cortissima durata, tutte le altre che osservai, mi han sempre dato segni più o men presto di elettricità *negativa*; e ciò qualunque fosse lo stato del Cielo precedentemente, coperto da nuvoli alti o bassi, o ingombro da nebbie fino a terra, e qualunque il grado di *elettricità positiva* che vi dominava: la quale elettricità per un Cielo coperto suol essere assai debole; ma nelle folte e basse nebbie è assai più forte che a Ciel sereno, come in più luoghi abbiám notato, sebbene molto inferiore ancora a quella cotanto vigorosa che ci fan sentire i temporali.

Non voglio lasciar di far osservare, che se le piogge non temporalesche mi si son mostrate tutte elettriche *per difetto*, la neve all'incontro mi ha dato segni di elettricità *per eccesso*, e sì vigorosi. La ragione io la ripeto da che non si rompe essa in gocce e in spruzzaglia, nè già può dar origine a tanti vapori, come l'acqua sparpagliata. Quindi è, che ritengono i fiocchi di neve l'elettricità stessa *di eccesso*, che possiede la nuvola onde provengono.

Mi son servito molto comodamente per esplorare l'elettricità delle nebbie, e massime delle piogge, e della neve, del mio *Apparato a Lanterna*, che ho descritto sul fine della Lettera 3. Mandava fuori, quand'era imminente la pioggia, dall'apertura fatta apposta in una finestra che guarda su d'un'ampia piazza, la lunga canna colla lanterna accesa in cima; e mi stava nella stanza ad osservare gli andamenti del sensibilissimo elettrometro posto in contatto del filo conduttore, pel tempo che precedeva la pioggia, nel suo ingresso, e per lunga pezza della sua durata, facendomi singolarmente attento agl'intervalli, in cui essa o raddoppiava, o si calmava, o cessava affatto. Or dunque prima che la pioggia principiasse, l'elettricità compariva per lo più assai debole; anzi debolissima, o nulla affatto allorchè la pioggia era imminente, e già già cominciava: ma più o men debole che fosse, quando non vi era indizio di temporale, mostrossi sempre *positiva*. Al comparir delle prime gocce, se sussisteva pur qualche residuo di tal elettricità, andava questa ad occhj veggenti svenendo; finchè col proseguir della pioggia, passando per brevi istanti il mio apparato atmosferico allo stato di niuna elettricità sensibile, veniva poi poco a poco a prendervi piede l'elettricità contraria, cioè la *negativa*; la quale, continuando la pioggia ad incalzare, in pochi minuti sorgeva a 20. 30. 40. gradi dell'elettrometro a paglie sottili, e talvolta fino a far dare al filo conduttore una scintilletta. Tale era l'andamento dell'elettricità per tutte le

piogge non temporalesche, dentro la prima mezz'ora, o dentro un'ora. Ma continuando a piovere per più ore, e delle giornate intiere, la stessa elettricità *negativa* cadeva, e veniva meno quasi affatto: ciò non per altra ragione, se non perchè veniva per l'aria estremamente umida dissipata l'elettricità, qualunque ella si fosse; e non aveva quasi più luogo nuova produzion di vapori in seno di essa aria già satura di quelli. Pur se dopo qualche calma raddoppiava la pioggia, risorgevano i segni di elettricità *negativa*; siccome al contrario ripigliava l'elettricità *positiva* negli intervalli di cessazione.

E qui non posso a meno di far osservare, che coloro, i quali tanta virtù attribuiscono al fluido elettrico nella vegetazione, che tutto quasi fan dipendere da lui, la sbagliano in ciò che pensano venir tal fluido animatore portato giù dall'alto e infuso nelle piante per mezzo delle piogge; quando il fatto stà, che ne vengono comunemente spogliate, anzichè arricchite, per risarcire l'elettricità *negativa* delle stesse piogge. È bensì vero, che durante il sereno, e massime nelle ore della rugiada, coll'umido notturno, e più di tutto colle nebbie, smosso prima per l'azione dell'*atmosfera premente* il fluido elettrico proprio delle piante, vi s'insinua lentamente e continuamente quello, onde l'aria si truova ridondante; vi s'insinua per le lor cime, per la punta delle foglie, per le barbe delle spiche ec. e giù trasfonde si fino al terreno: ma al sopravvenir della pioggia muove egli men lento e in più copia in senso contrario, cioè dal suolo e dai tronchi alla cima delle piante. In tempo poi di temporale questo stesso fluido elettrico or scende or monta a varie scosse, e in più grossa piena, secondo che predominano a vicenda nello strato d'aria o l'elettricità *di eccesso*, o quella *di difetto*. Da questo punto di vista vuol considerarsi dunque l'influenza dell'Elettricità atmosferica sulla vegetazione; e non dalle belle, ma insussistenti idee, sotto cui han ravvisato questo oggetto alcuni, che pieni di trasporto per l'Elettricismo, nulla veggendo dappertutto che l'operazione di questo grande agente, si sono dati in braccio a dei sistemi immaginarj, con far agire a loro modo, e non a quello della natura, il fluido elettrico (a).

Vengo ora a quell'altro fenomeno, che ho detto alla fine della lettera precedente spiegarsi coi medesimi principj da me stabiliti, cioè l'elettricità *per difetto* di molte nubi temporalesche, avvegnachè quella delle nebbie, e delle altre nubi che non han aria di temporale, sia sempre *per eccesso*. Non parlo qui dei casi, in cui vi sono più nuvole staccate una dall'altra, e formanti diversi strati. Per poco che si conosca l'azione delle *atmosfera elettriche*, si comprende tosto, che una nuvola potentemente elettrica *in più* può ridurre facilmente allo stato di elettricità *in meno* un'altra nuvola immersa nella sua sfera di attività ec. Parlo di quegli altri casi, in cui uno strato nuvoloso semplice,

(a) Vegg. le Note alla Lett. 4.

una nube solitaria, se pur è che fosse tale qual appariva, mi si è mostrata elettrica *per difetto*. Si cerca dunque come possa divenirla. Dappprincipio io non credea la cosa nè vera, nè possibile. Teneva fermamente, che una nuvola semplice e solitaria, la quale non è, come si sa, che una nebbia, un ammasso di vapori vescicolari pendente nell'aria, non potesse dispiegare altra elettricità, che la *positiva*, in ragione dell'eccesso di fluido elettrico risultante dalla trasformazione de' vapori elastici trasparenti in questa specie di vapori nebulosi e vescicolari, aventi una *capacità* molto minore dei primi di contenere tal fluido. Che per conseguenza quando comparivano delle nubi elettrizzate *negativamente*, non potessero essere che nubi *secondarie*, ridotte a questo stato dall'azione dell'atmosfera di un'altra nuvola *primaria* elettrizzata come si è detto *positivamente*: essendo conosciuto, che un corpo elettrico tende a produrre l'elettricità contraria in un altro corpo immerso nella sua sfera d'attività ec. e questa è appunto la spiegazione, ch'io avea data fin da principio (cioè nella mia Memoria inserita nelle Transazioni Anglicane tante volte citata) di quell'elettricità *negativa* sì frequente ne' temporali, ne' quali veggiamo in effetto, e se nol veggiamo distintamente è facile di supporre, che non ci sovrasta già una sol nuvola estesa uniformemente a guisa di un gran telone, ma molte ne stan sopra, parte agglomerate, parte fluttuanti e libere le une dalle altre, ec. Ivi dunque, dopo avere descritto come nasce l'elettricità *di eccesso* pel condensamento de' vapori in nebbia e in nugoli, onde il fluido elettrico ridondante viene per così dire spremuto fuori, io proseguiva (a): « Fin « qui l'elettricità dell'Atmosfera sarà sempre *positiva*. Ma formata che sia una « nube potentemente elettrica *in più*, ella avrà una sfera di attività intorno « ad essa, nella quale se avviene ch'entri un'altra nube, allora, giusta le « note leggi delle *atmosferae*, gran parte di fluido elettrico di questa seconda « nube si ritirerà verso l'estremità più lontana dalla prima, e potrà anche « uscirne fuori, ove le si presenti o altra nube, o vapori, o prominenze terrestri, « che possan riceverlo: ed ecco una nube elettrizzata *negativamente*, la quale « potrà occasionare a sua posta coll'influsso della propria atmosfera l'elettri- « cità *positiva* in una terza ec. In questa maniera s'intende benissimo come « si possano avere sovente ne' conduttori atmosferici segni di elettricità *negativa* a Cielo più che coperto; e come ne' temporali specialmente, ove molte « nubi si veggono pensili e staccate vergere al basso, e or ondegianti fermarsi « qualche tempo, ora scorrere le une sotto le altre, or venir trasportate rapidamente, l'elettricità cambii più volte, e spesso a un tratto da *positiva* a « *negativa*, e viceversa ».

Il Sig. DE SAUSSURE ha adottato l'istessa spiegazione, e l'ha resa più sensibile coll'esempio del nostro elettrometro atmosferico portatile, che esposto

(a) V. la cit. Mem. *Phil. Trans.* an. 1782. nell'Appendice.

all'aria elettrica *in più*, viene, ove si tocchi, o l'isolamento suo non sia perfetto, a perdere del proprio fluido, e a rimaner quindi elettrizzato *in meno* (a). A questa spiegazione resta di aggiungere che anche senza che si sgravi effettivamente la nuvola inferiore del suo proprio fluido elettrico, ancor che non le si presenti corpo a cui darlo, il solo venire smosso tal suo fluido in virtù dell'*atmosfera premente* della nube superiore, in modo che esso abbandoni la parte che guarda tal nube superiore, e vi si diradi, condensandosi nella sua più bassa parte, può formare una nube *elettrica per difetto*: e basta perciò, che da un colpo di vento, o altrimenti venga portata via, o distrutta tale bassa porzione di detta nube inferiore; e l'altra porzione, che guarda all'in sù, e in cui fu già diradato il fluido elettrico, venga essa pure portata fuori della sfera d'attività della nube superiore elettrica *per eccesso*, o molto allontanata: questa manifesterà tosto quell'elettricità *negativa*, quel difetto di fluido elettrico, a cui è stata ridotta.

Ma ritorniamo alla nube semplice, e che da sè sola, senz'altra atmosfera premente, io suppongo che passi dall'elettricità *per eccesso*, che le è propria in virtù di sua formazione, all'elettricità *per difetto*. Questa cosa, che non mi pareva possibile da principio, come già dissi; che mi sembrò ardua quando prima credei d'osservarla (in certe nubi estive, le quali se non erano propriamente temporalesche, ne avean l'aria, sendo marcatamente scure), avanti cioè che avessi notizia dell'elettricità *negativa* delle Cateratte scoperta dal Sig. TRALLES, e che vi applicassi la spiegazione presa dalla nascita de' vapori elastici; sì, questa cosa mi sembra ora del tutto piana e naturale. Tosto che i vapori elastici i quali nascono all'esteriore della massa d'acqua cadente, e della nube o nebbia che l'involge, e che si spargono largamente nell'aria circondante che li dissolve, son quelli, che, arricchendosi di fluido elettrico a spese di tal nebbia e massa d'acqua, lasciano queste elettrizzate *in meno*, è facile il comprendere, che ogni qual volta una nuvola venga a soffrire un simile e più gran dispendio di vapori, e di fluido elettrico con essi, potrà ridursi, da elettrica che era *per eccesso*, fino ad esserlo *per difetto*. Dirò anche, che prima d'essere informato della scoperta del Sig. TRALLES, avendo fin dal principio di quest'anno portate più in là, che non avea fatto in addietro, le riflessioni sull'elettricità prodotta dall'evaporazione, avendole eziandio comunicate a un mio Collega e Amico, il Sig. PRESCIANI novello professore di Notomia comparata nell'Università di Pavia, io avea con lui intraveduto, che un semplice nuvolo isolato potrebbe sibbene acquistare l'elettricità *negativa*: ciò che un'osservazione più attenta sull'andamento dell'elettricità ne' tempi mezzo coperti durante la Primavera e l'Estate, mi avea già fatto sospettare; giacchè io avea avuto sovente de' segni di codesta elettricità *negativa*, comunque non vi avesse in

(a) Loc. cit.

aria temporale dichiarato, e le nubi sulla mia testa, ancorchè scure, mi paresero formare un solo strato unito.

Cominciai dunque fin d'allora a considerare una nuvola recentemente formata, e investita d'una forte elettricità *positiva*, com'è di ragione, e come le sperienze dirette sopra le nebbie lo comprovano, le quali infine non differiscono dalle nuvole, che per la regione più bassa che occupano, scendendo fino a terra, ed involgendoci; cominciai, dico, a considerare questa nuvola sotto un nuovo punto di vista; sotto quello di un corpo evaporante isolato. Questo nuovo svaporamento della nuvola una volta formata, non è già un supposto gratuito: è una cosa che debbe necessariamente avvenire in molte circostanze, e di cui noi siamo sovente testimonj, allorchè una nube s'impicciolisce e s'assottiglia a vista, e svanisce infine per intero disciogliendosi nell'aria che la circonda. Vi è tutta l'apparenza, che un tale svaporamento, una tal risoluzione dei vapori nebulosi o vescicolari in vapori elastici trasparenti, debba aver luogo principalmente sulla faccia superiore della nube, la qual si truova in contatto d'un'aria comunemente più secca; e che debba essere promossa molto ed accresciuta dai raggi del sole, che la percuotono. Si veggono alcune volte delle nubi come fumare dalla parte, onde sono investite dal Sole. Non son questi i vapori elastici, di cui si tratta; o a meglio dire sono, come ogn'altro fumo, vapori elastici, che si condensano dall'aria fredda poco sopra il luogo di lor formazione, e ritornano vapori vescicolari. Intanto servono a provare, che realmente le nuvole svaporano, segnatamente dalla parte superiore, e più dove il Sole vi batte. Ma facciasi pure da qual parte si vuole l'evaporazione, si tramandino i vapori elastici più abbondantemente da un lato o dall'altro; ci basta di sapere, che una dose di fluido elettrico debbe abbandonare la nube, per unirsi a tai vapori elastici, che lo esigono affin di riempiere la loro *capacità*. Ora egli è visibile, che continuando così a somministrare la nube ai vapori, che da lei si spiccano, sempre nuovo fluido elettrico, e in abbondanza; l'elettricità *per eccesso*, che possedeva appena formata, andrà a gran passi indebolendosi, fino a svanire del tutto. Or questo appunto è lo stato del Cielo uniformemente coperto, in cui langue ordinariamente l'elettricità in modo, che innalzando in luogo anche molto aperto l'elettrometro atmosferico armato della sua verga conduttrice ec. o non si han segni, o debolissimi, molto inferiori cioè a quelli di Ciel sereno.

Ma la cosa non si ferma qui. L'evaporazione della nuvola, la sua risoluzione in vapori elastici procedendo più oltre, passa essa nuvola allo stato di elettricità *negativa*, che aumenta di più in più ec.

Questa gradazione, e questo passaggio dall'elettricità *positiva* alla *negativa*, della stessa nube primaria, è un fenomeno dei più importanti della Meteorologia elettrica, il qual merita per conseguenza di essere verificato. A tal oggetto ho dunque fatte quest'anno alcune osservazioni, le quali han corrisposto

assai bene alla mia aspettazione. Nondimeno, come non sono state fino ad ora in quel numero e serie, che si richiede per istabilire qualche cosa di certo; e altronde non ho potuto assicurarmi intieramente, che dove un semplice nuvolo mi apparia non ve ne avesse per avventura o stato non ve ne fosse qualche tempo prima alcun altro superiore, il quale colla sua atmosfera *positiva*, ridotto avesse poco a poco allo stato di elettricità *negativa* detto nuvolo da me esplorato; come, dico, non ho ancora sopra di ciò un numero di osservazioni ben accertate, tralascio di qui riferire le poche imperfette, e soggette tuttavia a qualche dubbio. Intanto però, ch'io ne abbia raccolte di più evidenti, che spero non mi mancheranno, e tali da convincere gli altri, non che soddisfare me medesimo, debbo contentarmi delle semplici deduzioni qui sopra esposte, e d'una parità ossia d'un'esperienza, che per maggior rischiaramento della cosa vengo ad aggiungere.

Ho cominciato dall'elettrizzare *in più* il mio apparecchio isolato per l'ebullizione dell'acqua, per la produzione dei *gas*, e per la combustione de' carboni; indi dato corso all'una o all'altra di tali operazioni, ho veduto cadere poco a poco, mercè l'emissione dei vapori elastici, l'elettricità dianzi indotta, estinguersi essa poscia, e finalmente nascere, e accrescersi fino a un certo segno l'elettricità *negativa*. Ecco dunque rappresentata in piccolo una nube isolata in aria e che si discioglie in vapori, la qual passa medesimamente per gradazione dall'una all'altra specie di elettricità.

Mi conviene ora andar incontro ad una forte obbiezione, che si potrebbe fare. Ogni nuvola, seguendo i principj della mia teoria sull'elettricità atmosferica, debbe trovarsi al momento della sua formazione, sopraccarica di tutta la quantità di fluido elettrico, che trovavasi dianzi *latente* (secondo l'espressione adottata) nei vapori elastici ond'è essa nuvola formata, corrispondentemente alla *capacità* straordinaria che detti vapori aveano in questo stato: *capacità* al presente ristretta, mercè la loro condensazione in vapori vescicolari. Ciò posto, una nuova conversione in vapori elastici che può ella mai fare? Non più, che assorbire questo medesimo fluido elettrico ridondante, e renderlo come prima *latente*: e per far tanto ancora converrebbe, che tutto il nuvolo venisse esausto e ridisciolto nell'aria. Or egli non lo è nella nostra supposizione, in cui una parte del nuvolo rimane pur anco, e sì una parte considerabile. Come dunque concepire, che questa parte che resta, quest'ammasso di vapori vescicolari che sussiste ancora, non ritenga un residuo corrispondente della primiera sua elettricità *positiva*? E come mai gli può essere questa portata via intieramente, e dippiù involata una parte della sua dose naturale di fluido elettrico, a segno di ridurre il restante di detta nube ad un'elettricità *negativa* assai sensibile?

La risposta a questa gran difficoltà si presenta da sè medesima, per poco che si faccia di riflessione. Un nuvolo non è sì tosto formato, che dispiegando

un'elettricità *positiva* assai forte, corrispondente all'eccesso di fluido elettrico, di cui si truova caricato, ne spande in copia da ogni lato, tramandandolo all'aria medesima che lo circonda, massime umida e vaporosa, alle montagne, agli alberi ec. Si giudichi da ciò quanto debbe scaricarsi nello spazio di alcune ore: della maggior parte non v'ha dubbio di tale eccesso. Sopravvenga ora l'evaporazione del nuvolo, ed essendo già incominciata di buon'ora, s'avvanzi a gran passi, quell'evaporazione, dico, che converte di nuovo una gran parte di esso nuvolo in vapori elastici; è facile il comprendere, che la dose di fluido elettrico richiesta a satollare cotesti vapori, e che perciò se ne va via con essi, potrà non solamente eguagliare il residuo di elettricità *positiva* del nuvolo per tale sfumazione impicciolito, ma oltrepassarne sibbene la dose, ed anche di molto: ciò che darà luogo ad altrettanta elettricità *negativa*. Richiamiamoci quella specie di nube o nebbia, che involge le cateratte: essa diviene elettrica *in meno* per via dell'evaporazione che soffre all'esterno (siccome ho spiegato), in virtù cioè della trasformazione dei vapori vescicolari, ond'è formato tal velo nebuloso, in vapori elastici trasparenti. Ora la stessa cosa succede ai veri nuvoli già spogliati della loro elettricità *positiva*, e che sieguono per egual maniera a svaporare. Può anche accadere, se il nuvolo non è troppo sottile, e se la sferza del Sole promove e accelera di molto l'evaporazione da un lato, e. g. della parte superiore di esso nuvolo, che questa tal parte perda l'elettricità *in più*, e si riduca a quella *in meno* assai più presto che la parte opposta ed inferiore. Può, dico, ciò accadere; e non è dubbio, che avvenga sovente, attesa l'imperfetta conducibilità della massa nuvolosa, composta di vapori vescicolari staccati. Abbiám veduto infatti, che le nebbie formano un conduttore assai imperfetto. Or quando ciò succede, che la parte e. g. superiore di un nuvolo sia già ridotta all'elettricità *in meno*, sussistendo l'elettricità *in più* nella parte inferiore, tutta la massa nuvolosa dee stringersi e addensarsi, in virtù dell'attrazione tralle parti contrariamente elettriche; e allora è, che vediamo farsi il nuvolo scuro scuro, e i rami di lui pendenti o sparsi ravvolgersi e raggrupparsi prendere in somma un aspetto temporalesco; e tutto ciò appunto nella stagione, e nelle ore di Sol più caldo. Un'immagine parlante di questa cosa l'abbiamo in una massa di cotone elettrizzata e pendente a foggia di nuvola: questo cotone, ove trovisi abbastanza soffice e sfioccato (al che contribuisce l'istessa ripulsione elettrica, finchè l'elettricità vi è uniformemente diffusa), se indi si tolga ad una di lui parte l'elettricità, e vi s'infonda la contraria, sussistendo la prima nell'opposta parte, (il che può aver luogo per qualche tempo, attesa la poca conducibilità del cotone medesimo), ecco che si stringe e rinserra a vista d'occhio, come detto abbiamo della nuvola temporalesca.

Or passiamo a vedere che divengano i vapori elastici, che si sono distaccati dal nostro nuvolo. Essi rimangono invisibilmente sparsi nell'aria circon-

dante, fino e per quanto ella è in istato di tenerli disciolti. Ma tale forma elastica la perdono poi per l'accumulazione di questi medesimi vapori al di là del termine di *saturità*, per l'incontro di uno strato freddo, per un vento umido che sopraggiunga ec., e allora si condensano di nuovo in vapori vescicolari, e formano altri nuvoli di varie forme e volume, e in diversi luoghi, sopra, sotto, e in ogni parte, secondo le circostanze del più o meno di umidità, del più o meno di raffreddamento, delle correnti d'aria ec. Quest'è ciò, che si vede succedere sovente, soprattutto in estate, allorchè un grosso nuvolo ne fa nascere molti altri, sia isolati, sia aggruppati, che gli stan d'attorno, quali vicini, quali a diverse distanze. Oltre poi quelli, che ci si mostrano agli occhi, se ne debbon formare ben anche degli altri al di sopra del primo strato, che ce li tien nascosti; tanto più, che l'evaporazione della faccia superiore di questo strato debb'essere ordinariamente più abbondante, per l'azione del Sole che vi dà sopra; e che le regioni più fredde all'alto debbono più facilmente condensare i vapori che colà giungono.

Tutti questi nuvoli di seconda formazione sono allora elettrici *in più*, come porta la teoria. Ma può succedere ancora a molti di essi di passare come i primi all'elettricità *in meno*, gli uni più presto, gli altri più tardi, secondo le circostanze. Debbono anche le forti atmosfere elettriche produrre in questo e in quello contraria elettricità, come più sopra si è spiegato. Ecco allora i nuvoli omologhi ripellersi, nel mentre che gli elettrici contrariamente s'attraggono, si stracciano e fanno in brani; ecco di questi brani lanciarsi a vicenda dall'uno all'altro nugolo; ecco il fluido elettrico scaricarsi or sotto forma invisibile mediante queste propagini, e pezzi stracciati oscillanti, e mediante i vapori interposti; or sotto forma visibile con lampi e saette; ecco in una parola il principio di un temporale, che mi basta qui di avere sbozzato, e che non voglio seguire nel suo più gran furore, e nelle sue complicazioni moltiplicate di altre nubi accessorie, di atmosfere elettriche a vicenda formate e distrutte, di urto di venti, di tuoni che raddoppiano ec.: fenomeni che si spiegano sufficientemente bene con ciò che già conosciamo degli effetti dell'elettricità, e delle sue leggi. Io esporrò solamente alcune nuove osservazioni sopra la grandine, la di cui formazione è ancora molto oscura; e mi studierò di spiegarla coi principj qui sopra stabiliti. Questo saggio farà il soggetto della lettera seguente.

XCII (D).

CONTINUAZIONE DELLE LETTERE

DEL SIG.

DON ALESSANDRO VOLTA

SULLA

METEOROLOGIA ELETTRICA

LETTERA NONA.

Marzo, Aprile 1790.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Bibl., T. XIV, marzo, aprile 1790,
pg. 61.
Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 304.
Bosscha Corr., pg. 54.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: H 10.
Harlem. Soc. Holl. Sc.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Bibl.

DATA: da Br. Bibl.

Br. Bibl.: è una memoria, in forma di lettera diretta al Lichtenberg, in cui il V. dopo di aver discusso le varie ipotesi che erano state avanzate sulla formazione della grandine, espone sommariamente la propria: solo parte dell'introduzione della « *Lettera nona* » Br. Bibl. è contenuta in I 36, da foglio 4 pg. 4 a foglio 5 pg. 1 (vedasi il N° XC ove I 36 è pubblicato).

H 10: è un foglietto che porta citazioni di opere del De Luc, che si richiamano in nota.

Bosscha Corr.: è una lettera del V. al Van Marum, in data 28 Marzo 1792, il cui originale trovasi ad Harlem, Soc. Holl. Sc.: di questa lettera si pubblica in nota solo la parte riguardante la meteorologia elettrica, rimandando la pubblicazione dell'intera lettera al volume successivo.

LETTERA NONA

L'impegno, che mi sono assunto terminando la precedente lettera, e che coraggiosamente vengo a compiere colla presente, non è già di spiegare tutto ciò, che concerne la formazione della grandine; il che troppo grande e ardua cosa sarebbe: ma soltanto di risolvere, per quanto fia possibile, alcune gravi difficoltà sopra tal soggetto, che è uno de' più intralciati e difficili della Meteorologia; e di soddisfare, come meglio potrò, a diverse questioni, che vi hanno una stretta relazione. Se mi riuscirà di sortir bene da questo labirinto, seguendo il filo de' già posti principj, verranno questi a ricevere dal consenso dei fenomeni sempre maggiore verosimiglianza. All'incontro se le spiegazioni compariranno stentate, e, come si suol dire, tirate a forza, e i fenomeni poco coerenti; vacilleranno i principj medesimi, e mal si reggerà tutta la fabbrica. Io pertanto, che ne sono il debole architetto, non debbo giudicarne; chè niuno è buon giudice in causa propria. Ma voi, mio Signore, letto che avrete e considerato questo mio scritto, e meditato, secondo le novelle viste che vi propongo, sopra i fenomeni di cui si tratta; voi sì perspicace, dotato di tanta sagacità e fino criterio nello scernere le cagioni vere de' naturali effetti, e che avete in niun conto le puramente ideali, o supposte solo con leggieri fondamenti, voi giudicate pesatamente e con libertà di questi miei principj, teorie, e viste, quali esse si sieno: dite se vi pajono fondate, e che meglio quadriano coi fenomeni della grandine, ed altri che accompagnano i forti temporali, che non le spiegazioni finora recate dai Filosofi; decidete infine tralle mie e altrui spiegazioni qual più vi appaga. Son certo che al vostro sano giudizio non potrà non conformarsi quello degli altri Fisici illuminati e imparziali; e vi prometto, che vi si conformerà, qualunque sia per essere cotesto giudizio, favorevole o contrario, anche il mio: chè non sono io poi tanto amante delle proprie idee, che non sappia, quando ragione il vuole, rinunciarvi. Ma veniamo al proposito.

Si domanda in primo luogo d'onde venga, e come sia prodotto il freddo eccessivo, capace di agghiacciare quelle nuvole, che si dispongono a darci la gragnuola; che non sembrano sommamente alte, come in virtù di sistema han supposto comunemente i Fisici, anzi il più delle volte appajono piuttosto basse; e si scorgono bianchiccie ondeggiar pensili, e vagare sotto uno o più strati nuvolosi densi e scuri; que' nuvolotti in somma, cui i nostri esperti agricoltori temono tanto, e pallidi, tremanti fanno pur bene dinotare per quel che sono, per degli ammassi cioè di grandine bella e formata. D'onde mai viene un freddo sì intenso nel forte dell'Estate, nelle ore del giorno più calde, in una regione d'aria che è cotanto inferiore alla regione propria del gelo?

A ben comprendere il valore di questa difficoltà, gioverà trattenerci qualche poco con alcune riflessioni sulla temperatura dell'Atmosfera a diverse altezze. È noto, che, a misura che si va più in su, si truova l'aria più fredda. Or in tutti i Climi vi è tale altezza, a cui il gelo è sempiterno; e si forma dai vapori, anche in estate, neve, non mai pioggia. Ad altre altezze non così grandi, si strugge bensì nel sommo dell'estate una parte della neve caduta durante il rimanente dell'anno; ma non si strugge già tutta; poichè un calore che superi di 1. grado, o 2. ed anche 3. o 4. quello della congelazione, se non dura che pochi giorni o settimane, come succede appunto a quelle altezze di cui ora parliamo, non giugne a liquefare tanta neve ammassata. Il termine più basso, o limite di questa fredda regione, sotto a cui cioè nel più grande estate arriva a fondersi tutta la neve, e sopra non si strugge per intiero, chiamasi dal Sig. BOUGUER la *Linea del termine inferiore costante della neve*, e più brevemente può dirsi la *Linea nivale*. Questa, come ben si comprende, debb'essere, ed è infatti più o men alta da terra, ossia dal livello del mare, secondo la diversità dei Climi più caldi o più freddi. Giusta il citato Autore, che ha osservato mantenersi tutto l'anno coperte di neve a certa altezza le grandi montagne del Perù situate circa all'Equatore « l'inferior termine della neve forma una linea « molto prossimamente a livello in tutti i paesi, che sono in vicinanza dell'Equatore. Ma se noi esaminiamo (soggiunge) la cosa in una maniera più generale, « se noi portiamo la nostra vista su tutto il Globo, questa linea non è esattamente parallela alla superficie della terra: egli è evidente, ch'essa dee andar « abbassandosi gradatamente, a misura che ci allontaniamo dalla Zona torrida, « o che ci avanziamo verso i Poli. Questa linea è alta sopra il livello del mare « 2434. tese nel mezzo della zona torrida: essa non sarà elevata all'entrare « delle zone temperate che 2100. tese, passando per la sommità di *Theyde* « o del *Pico di Teneriffe*, che ha a un dipresso questa altezza. In Francia, e « nel *Chill* passerà a 15. o 1600. tese di altezza; e continuando essa a discendere a misura che ci allontaneremo dall'Equatore, verrà a toccare la terra « al di là dei due Circoli polari: e ciò considerandola noi sempre durante

« l'estate (a) ». Secondo le più esatte misure, e deduzioni del Sig. DE SAUSSURE (b) ricavate da altre relazioni di viaggi più recenti, e dai suoi proprj *il termine inferiore costante della neve* che BOUGUER, e dietro lui la comune dei Fisici e dei Geografi stabiliscono per il clima della Francia all'altezza di 15. in 1600. tese « debbe ribassarsi tra i 14. o 1500. eziandio per la Francia meridionale; « poichè il *Canigou*, che si tiene per la cima più elevata de' Pirenei, non ha « che 1453. tese di altezza, e non pertanto il Sig. DARCET (c) assicura, che la « *parte più elevata dei Pirenei è coperta di neve in tutte le stagioni*. Ma v'è dip- « più: l'Etna, malgrado i fuochi che cova in seno, e una situazione molto più « meridionale della Francia, giacchè trovasi tra il 37. e il 38^{mo} grado di « latitudine, conserva delle nevi eterne ad un'elevazione minore di 1500. tese ». Parlando poi delle Alpi, e tra queste delle montagne che sorpassano di molto in altezza le 1400. e le 1500. tese, osserva l'istesso DE SAUSSURE, che la linea inferiore delle nevi sta più basso ancora, cioè a circa 1300. tese, e ne assegna la ragione; e le osservazioni sue conferma vieppiù con quelle del Generale PFYFFER sì conosciuto per i suoi talenti, per i suoi viaggi sulle Alpi, e per la magnifica opera in rilievo, nella quale ha rappresentato con mirabile esattezza e precisione più di 100. leghe quadrate di montagne della Svizzera: ciò, dico, conferma il Sig. DE SAUSSURE contro il GRUNER, il quale nella sua opera altronde stimabilissima sopra le Ghiacciaje (d) assegna a tal limite inferiore delle nevi costanti ben 1500. tese d'altezza, anche per quelle montagne, che sorpassano d'assai cotesta altezza, e giungono a 1600. 1800. 2000. tese, e più.

Noi pertanto attenendoci al Sig. DE SAUSSURE più esatto osservatore, il quale limita l'altezza della linea inferiore costante delle nevi a 1300. tese sopra il livello del mare per le grandi Alpi, e a 1400. o un po' più per le montagne che oltrepassano di poco quest'elevazione; e ad eguale altezza circa facendo con lui passare l'indicata linea nivale anche fuori delle Alpi, siccome in Francia, in Savoia, e nella Svizzera, così pure in Lombardia, il cui clima è a un di presso il medesimo, e anzi più caldo che più freddo, eccettuate alcune Provincie della Francia meridionale; noi, dico, ponendo il termine costante della neve per il nostro paese all'altezza di 1400. tese sopra il livello del mare, ognun vede che ci atteniamo al calcolo più moderato, cioè a quello che dà la minore elevazione. Non è dunque possibile di ribassare dippiù cotesto confine delle nevi, che il BOUGUER, il GRUNER, ed altri dietro loro avean anzi fissato alcune centinaia di tese più alto.

(a) *Voyage au Pérou* p. XLVIII.

(b) *Voyages dans les Alpes*. T. I. 1789. T. II. 1786. Veg. l'Art. XXXVI. de la *Hauteur à la quelle cesse la fonte des neiges*.

(c) *Discours sur l'état actuel des Pyrénées*.

(d) *Traité des Glaciers*.

Or chi potrà sostenere, che sopra tale altezza di 1400. tese, calcolata la minore possibile, cioè alto perpendicolarmente da terra più di un miglio e mezzo d'Italia, si formino tutti i *Temporalì*, o le nubi almeno, che portan *grandine*? Certo se ne formano anche a maggior altezza, e fin sopra la cima delle montagne elevatissime, come le osservazioni degli abitanti dei loro contorni, e meglio di coloro, che vi son saliti, ce lo attestano; ma cento altre osservazioni ci assicurano del pari, che compajono spesso de' temporali assai più bassi, e fin sotto a' piedi di chi trovandosi sopra montagne di una discreta altezza, di 1000. tese per esempio, ed anche solo di 800. e di 600. vi respira un'aria serena, e gode di un bel Sole; come fin da principio abbiám fatto rimarcare. Se pertanto anche questi temporali portano talvolta grandine, d'onde mai, e come mai è nato in una regione sì poco alta, e quindi temperata, quel freddo, che ha potuto congelar i vapori, e formar tanta massa di ghiaccio? Abbiám pur ora veduto, che una regione d'aria cotanto fredda, in estate, e nel nostro clima, a prenderla anche al più basso, comincia appena a 1400. tese da terra.

Ma che dico? A tale altezza cominciano bensì le nevi eterne sulle montagne; ma non è già che vi regni in estate, stagione appunto de' temporali, e nell'ore circa il mezzo giorno, in cui giusto soglion questi formarsi, e massime i grandinosi, un freddo capace di congelare l'acqua, peggior poi le nubi, ossia i vapori vescicolari di cui sono composte: anzi si squaglia ivi pure ne' bei giorni di Luglio e d'Agosto, ed anche in Giugno molta neve; sebbene non arrivi a struggersi tutta quella ammassata negli altri mesi, come abbiám già fatto osservare. Infatti i Sigg. DE SAUSSURE Padre e Figlio, che portatisi sopra di un'altissima montagna, la quale si chiama il *Collo del Gigante*, vi piantarono stanza per ben 15. giorni, dal principio cioè fino alla metà di Luglio del 1788. (a), e vi attesero colla massima diligenza ad osservare a tutte le ore, in un cogli altri fenomeni meteorologici, la temperatura dell'aria; la trovarono per loppìu nelle ore vicine al mezzo giorno da 4. in 5. gradi superiore al 0. del termometro Reaumuriano, che segna il termine della congelazione, e non di rado 6. 7. gradi, e fino 8 $\frac{1}{4}$, il che fu il dì 15. all'ora appunto del mezzo giorno. Insomma la media di tutte le loro osservazioni ci dà per il mezzodì gr. 4 $\frac{1}{2}$; e per le due pomeridiane gr. 4 $\frac{3}{4}$; e per nessun'ora neppur della notte meno di $\frac{1}{2}$. gr. sopra il punto della congelazione. Eppure l'altezza, in cui stavano facendo le osservazioni, superava di 300. e più tese la linea inferiore costante delle nevi, risultando dalle più accurate misure di 1570. tese sopra il lago di Ginevra, e quindi 1757. sopra il Mediterraneo, dando col Sig. DE LUC 187. tese di altezza a cotesto lago (b).

(a) *Notice des Observations faites sur le Col du Géant par MM. DE SAUSSURE. Journ. de Phys. 1788. Decembre.*

(b) *Rech. sur les Mod. de l'Atm. Tom. II.*

Dunque nemmeno ad una regione dell'Atmosfera così elevata regna nel cuor dell'Estate una temperatura tanto fredda da agghiacciar l'acqua: a trovar la quale ne' giorni e nelle ore più calde, tempo, come già s'è detto, e come tutti sanno, in cui pure nascono frequenti i temporali, converrà per conseguenza salire più alto ancora. E a quale altezza mai? Tenendo dietro, come alla più fida scorta, alle osservazioni del più volte citato DE SAUSSURE, e conchiudendo con lui « che in estate, e tra i 45. e i 47. gradi di Latitudine la « temperatura media dell'aria decresca dal livello del mare fino alla cima delle « più alte montagne di $\frac{1}{100}$ di grado Reaumuriano per tesa (a) » ne verrà, che ne' giorni e nelle ore, in cui il caldo alla pianura è 20. 22. 25. gradi, quale lo proviamo non di rado, la temperatura di 0. R. si troverà all'altezza di 2000. 2200. 2500. tese. E qui ancora ci teniamo all'estimazione più moderata: giacchè seguendo le osservazioni, e i calcoli d'altri Fisici e Naturalisti, che ci danno una non tanto grande differenza tra il calore delle pianure e quello delle montagne, e supponendo coll'EULERO e con altri Matematici, che il calore dell'aria, a misura che ci allontaniamo dalla superficie della terra decresca in *progressione armonica*, arriveremmo ad un'altezza forse doppia, cioè di 4000. e più tese, prima di trovare cotal temperatura di 0. R. Noi però lasciando questi calcoli fondati sopra a dei dati, che son poco d'accordo coll'esperienza, e riportandoci alle osservazioni dirette, ammettiamo col Sig. DE SAUSSURE, che il calore, come si va all'alto, decresca in una progressione più rapida, la quale s'accosta molto alla *progressione aritmetica*: cosa che avean già notato altri viaggiatori delle montagne ed accurati osservatori, e segnatamente il Sig. DELUC nella sua grand'Opera e molto istruttiva sulle modificazioni dell'Atmosfera (b); e la ha per bastantemente provata anche il Sig. KIRWAN, il quale in una recente operetta, quanto concisa, altrettanto profonda, e piena di fatti giudiziosamente raccolti, e confrontati colle migliori teorle, sulla temperatura dei Climi (c), asserisce « che il calore si osserva di « minuire, ascendendo nell'Atmosfera, in una progressione prossimamente « artimetica »; e fissa l'inferior limite della congelazione, dove e quando il calore alla superficie della terra sia 23. gradi R. o un poco più (qual trovasi essere appunto l'annuo calor medio sotto la Linea) a 15577. piedi Inglesi d'altezza, che corrispondono a circa 2400. tese Francesi: il qual computo, come si vede, non s'allontana che pochissimo dal qui sopra esposto del Sig. DE SAUSSURE, che fa raffreddar l'aria di 1. grado per ogni 100. tese di elevazione.

(a) Op. cit.

(b) *Recherches sur les Modifications de l'Atmosphere. Genève. 1772. Tom. II.*

(c) *An Estimate of the Temperature of different Latitudes. By RICHARD KIRWAN Esq. T. R. S. London 1787.*

In vista del quale accordo tanto più volentieri ci riportiamo a quello che ci dice su di ciò il nostro grande osservatore Ginevrino nel seguente passo, che sebben lungo, ci piace di qui trascrivere per intiero (a). «Io credo» (scrive egli) «che ci scosteremo ben poco dal risultato diretto delle sperienze, se supporremo, che il calore medio, almeno in estate, e sotto il nostro clima, cresce di 1. grado di REAUMUR per ogni centinajo di tese di elevazione sopra le pianure. Infatti si vede (e cita la tavola delle sue osservazioni), che il calor medio dell'aria all'Osservatorio di Ginevra è stato gradi $17 \frac{285}{1000}$ nel tempo « che al *Collo del Gigante* era $2 \frac{21}{1000}$: il che dà una differenza di gradi $15 \frac{264}{1000}$. « Or questo giogo trovasi elevato sopra quell'Osservatorio di più di 15. centinaja di tese, cioè 1555. Medesimamente il calore medio a *Chamouni* è stato « gr. $14 \frac{303}{1000}$, che sottratti a $17 \frac{285}{1000}$, temperatura del già detto Osservatorio, danno la differenza di gr. $2 \frac{902}{1000}$. Or *Chamouni* essendo elevato « di 332. tese al di sopra dell'Osservatorio, si sarebbe dovuto trovare nel calore una differenza di gradi $3 \frac{320}{1000}$ in vece di $2 \frac{902}{1000}$; ma questa differenza « di 4. decimi di grado procede sicuramente da che il Priorato di *Chamouni*, « chiuso in una valle, e situato al piede di una montagna esposta a mezzodì, « gode di una temperatura più calda, che non godrebbe una montagna isolata « della medesima elevazione. Questo rapporto fra l'elevazione, e la temperatura dell'aria si approssima parimente molto a quello, che mi diede l'anno « passato la mia osservazione sulla cima del *Monte Bianco*. Infatti osservai « il termometro a gradi $2 \frac{9}{10}$ sotto il 0, nel tempo che stava a Ginevra a $22 \frac{9}{10}$ « sopra; ciò che fa una differenza di gr. $24 \frac{9}{10}$. Ora il *Monte Bianco* è elevato « al di sopra di Ginevra 2257. tese (b). La progressione del freddo fu dunque « un poco più rapida, che in ragione di 1. grado per ogni 100. tese: ma bisogna « considerare, che eran le ore più calde del giorno; e che la differenza corrispondente ai momenti più caldi è maggiore di quella che corrisponde al « calor medio. Ciò si vede dalla tavola precedente: la differenza tralla temperatura di Ginevra, a quella del *Collo del Gigante* a due ore dopo mezzo « giorno è di 2. gradi più grande di quella che corrisponde alla temperatura « media ».

Abbiain finalmente trovata quell'altezza nell'atmosfera, a cui, stando

(a) Loc. cit.

(b) E quindi 2444. sopra il Mediterraneo: ritenuta l'altezza di 187. tese sopra il Mediterraneo, che DELUC assegna, come già si è notato, al Lago di Ginevra.

ad un'estimazione quanto moderata altrettanto giusta, il freddo nel nostro clima, anche nel cuor dell'estate, arriva al termine del ghiaccio. In cima al Monte Bianco elevato di 2450. tese circa sopra il Mediterraneo vi è anche tal freddo un poco più forte, stando il termometro 2. o 3. gradi sotto il 0. R., almen quando la temperatura al basso, ne' contorni cioè del lago di Ginevra, non arriva ai 23. gradi sopra tal punto, come mostrano le ora riferite osservazioni. Che se giunga quivi ai 25. e 26. gr., come accadrà di sicuro anche in que' paesi in certe estati e giornate più calde, giacchè da noi in Lombardia arriva qualche volta il termometro all'ombra fino a 27. e 28. gr., e se succedano una dopo l'altra molte di tali giornate straordinariamente calde; allora il calore dovrà arrivare, anche in cima a quell'altissima montagna, fino al limite della congelazione, e fino a 1. grado, o 2. sopra il 0.

Non sarà inutile qui l'osservare, che se la regione dell'aria, ove gela costantemente, anche ne' più caldi giorni d'estate, e nelle ore di Sol più ardente, trovasi elevata dal livello del mare 2400. tese, poco più poco meno, colà sopra il *Monte Bianco*, e sopra altre simili montagne coperte in gran parte di nevi e ghiacci; in distanza da tali montagne codesta regione d'aria gelata non può già essere meno alta; che anzi è naturale che lo sia dippiù: per la ragione, che quelle grandi masse di neve e ghiaccio debbono contribuire a raffreddar l'aria, e a rendere tanto più bassa l'anzidetta regione gelata: il che non ha luogo lungi da siffatte montagne ricoperte da tai nevi, cioè nel pian paese, ed anche dove s'alzin monti di più discreta elevazione, e spogli di neve. Anzi quivi le montagne servono piuttosto a riscaldar l'aria sovrincumbente, che a raffreddarla, pel calore, diciam pure, *centrale* del Globo (a), onde partecipano tali masse considerabili di terra e di sassi, e per quello che concepiscono esse medesime dall'azione immediata de' raggi solari in molto maggior quantità, per essere corpi densi e opachi, e ritengono assai più, che l'aria rara e trasparente. S'ella è così, come non v'è dubbio, i monti possono considerarsi come

(a) Non altro vuolsi qui intendere per *calor centrale*, che il *calor medio*, cui ritiene costantemente la Terra nel suo seno, e che è sempre lo stesso, cominciando da certa non grandissima profondità fino alle maggiori, qualunque mutazione avvenga alla sua superficie, e all'aria vicina. Questo calore della Terra, sebben molti pretesero, che in più gran parte avesse altra origine; pur le più accurate osservazioni, e confronti provano, che proviene unicamente dal Sole: corrispondendo giusto tal calore centrale o sotterraneo in ogni Clima al *calor annuo medio* dell'aria in vicinanza della Terra; e questo ai *gradi di Latitudine*, ossia alla maggiore o minore obbliquità del Sole ec. Così per es. il Calor annuo medio di *Parigi* Lat. 48.° 50'. essendo da 9. in 10. gr. R. gli è pure da 9. in 10. quello de' sotterranei in ogni stagione alla profondità di 80. o 90. piedi, e si trova poi lo stesso a 400. 500. 1000. piedi ec. A *Madera* Lat. 32.° 37' l'annuo calor medio essendo 16. in 17. gr. tale fia pure quello costante de' sotterranei. Nella *Siberia*, in *Laponia*, e in altri luoghi al di là di 68.° di Lat. la media temperatura annua essendo 1. 2. 3. gradi solamente, tale pure si trova nelle profondità. Vegg. una bella Dissertazione di EPINO *De distributione Caloris per Tellurem*, e l'Op. cit. di KIRWAN.

altrettante stufe o camini, che riscaldano attorno e sopra l'aria fredda dell'alta regione: parlo de' monti non altissimi, e quindi sgombri di neve e ghiacci; giacchè quelli, che ne son ricoperti, servono anzi a vieppiù raffreddare l'aria della mezzana regione, e ad abbassar quindi il limite della gelata, come poco prima osservammo.

Or dunque ne' paesi di pianura, e molto più in quegli altri, in cui abbianvi delle montagne, che alzino le vaste loro spalle e teste, non però tanto da mantenersi coperte di neve in estate, sarà ancora troppo scarsa l'altezza di 2400. tese sopra il livello del mare, perchè vi regni la temperatura del ghiaccio ne' giorni e nelle ore in cui quella della pianura è di 26. o 27. gr. R., qual la proviamo talvolta, ed anche maggiore in Luglio ed Agosto, a mezzodì o poco dopo, e ne' siti aperti: sarà, dico, ancora poca tale altezza, poichè basta appena colà sopra le Ghiacciaje della Svizzera, e della Savoia. Ma supponiamo pure, che basti anche qui tra noi: diamo dunque, per esser liberali, che la temperatura dell'Atmosfera all'altezza di 2400. tese, dopo una serie di giorni caldissimi alla pianura, ai quali non è raro di veder succedere de' temporali con grandine, sia di 0. R. Basterà forse questa elevazione, e questo freddo per congelare le nubi e i vapori nel modo, che si richiede a formare appunto la grandine? Per me dico, e sostengo di no; e ne addurrò qui tosto delle ragioni, che difficilmente si potrebbero abbattere.

La prima è, che a stringere in vero e sodo ghiaccio i vapori, sia elastici, sia vescicolari, si ricerca nell'ambiente un freddo molto maggiore di 0. R.; in grazia del *calor latente* dei primi, che divien libero e sensibile allorquando si condensano in acqua, e molto più in ghiaccio; e di quello pure, che mandan fuori congelandosi i secondi: onde pochi pochissimi vapori passerebbero a questo stato di ghiaccio, e gli altri tutti manterrebbonsi non gelati, se il calor dell'ambiente non fosse che 0.

Oltre a ciò debbe considerarsi la resistenza, che al proprio agghiacciamento, e sì anche di pochi di loro, oppongono giusto i vapori vescicolari delle nebbie, o nuvole, le quali appunto non sono che ammassi di cotesti vapori; come ha dimostrato il Sig. DE SAUSSURE (a); e tutti oggigiorno con lui, e col Sig. DELUC (b) riconoscono i Fisici: sia poi, che tale resistenza al congelarsi venga dall'istesso *calor latente* che stenta a liberarsi; o dall'elettricità, di cui ridondano tali vapori vescicolari, e che li anima di una forza ripulsiva, contrapposta alla natural loro tendenza di unirsi simmetricamente in una massa concreta, cioè di gelare cristallizzando; o da che lo stesso fluido elettrico formi per avventura d'attorno a ciascuna vescichetta quella specie d'atmosfera, quel velo, di cui abbiám dato già altrove un cenno (c). Qualunque sia

(a) *Essais d'Hygrometrie*. 1783. III. *Essai Chap. II. des Vapeurs Vesciculaires* ec.

(b) *Idées sur la Météorologie*. Tom. II. 1787.

(c) V. Lett. 6. sulla fine.

delle indicate la vera cagione di un tal fenomeno; o vi concorrano tutte, oppur dipenda esso da qualche altra non ancora conosciuta, il fatto è, che una grande resistenza alla congelazione la manifestano, siccome abbiám detto, le nebbie, e le nuvole; conciossiachè sopportino di leggieri un freddo di molti gradi sotto il 0. R. senza gelare. « Si veggono (dice il Sig. DE SAUSSURE (a)) gallegggiare in aria delle nubi anche negl'Inverni più rigidi; e le nubi non son « altro che degli ammassi di queste vescichette... » E poco dopo: « Appare « eziandio, che l'acqua sotto questa forma ha la forza di resistere alla congelazione; poichè si vedono, come già dissi, delle nubi o delle nebbie composte « di queste vescichette sostenersi nell'aria anche ne' tempi, in cui il termometro è di molti gradi sotto il termine del ghiaccio ». Conviene quanto al fondo nella medesima osservazione il Sig. DELUC in più luoghi dell'opera citata, quantunque dica, che di pochi gradi solamente suol essere il freddo sotto il punto della congelazione, in tempo di nebbia, o di ciel coperto. Ma a che giova recare delle autorità, se ognuno è a portata di far simili osservazioni in tempo d'inverno?

Non v'è dunque dubbio: perchè la nebbia possa agghiacciarsi in aria, e formare i primi stami, le prime stellette, indi i fiocchi di neve, vuol essere presa da un freddo molto più intenso che non è quello della semplice congelazione dell'acqua, o quello che mantiene la neve e il ghiaccio già formati. Non è raro di vedere nel cuor dell'inverno le nebbie, quando basse fin sul suolo, quando a mezza montagna, o verso la cima, mantenersi de' giorni intieri, non che molte ore, tuttochè regni una temperatura di 4. 6. e più gradi sotto il punto della congelazione. Allora i rami degli alberi e delle siepi, le erbe, i pagliai, le tettoje, e fino i capegli, e i lunghi peli degli animali incanutiscono, coprendosi di quella specie di brina, che i Francesi chiamano *givre*, e noi *nebbia gelata*. « Se il grado « di *calore* dell'aria (dice il Sig. DELUC (b)) prima della formazione delle « nebbie è stato lungo tempo al di sotto del punto della congelazione, tal che « i corpi solidi abbian perso molto del lor *calore*; o se le *nebbie* non sono abbastanza calde per far cessare il gelo, esse formano allora il *givre*, che si osserva « particolarmente sugli alberi, e sulle fratte in campagna. Le *nebbie* si condensano e si congelano successivamente sopra questi corpi, e con siffatta successione producono una sorta di filagrana molto bella a vedersi, tanto in « massa, quanto contemplandola minutamente ». Presenta ella infatti una cristallizzazione più o men regolare, e delle figure elegantissime.

Così è: questa *nebbia gelata*, che, qual brina più copiosa dell'ordinaria, s'applica dappertutto, e mano mano s'avanza, e pende in lunghi fili vagamente intrecciati da' rami ec., ella è formata, se non di fiocchi completi,

(a) l. c. p. 211.

(b) *Rech. sur les Mod. de l'Atm.* T. II. §. 696.

di vere stellette di neve, o simili a neve; e nasce da che le vescichette acquose, ond'è composta la nebbia, rotte e disfatte nel contatto dei corpi solidi, freddi essi pure di alcuni gradi sotto il 0. R., si congelano una dietro l'altra cristallizzando in bella forma; mentre le altre vescichette lontane da tai contatti, libere e intiere, cioè il rimanente della nebbia, e i veri nugoli sospesi in aria, non gelan per anco, e mantengonsi, malgrado un egual freddo ed anche più acuto, nel loro stato di vapori vescicolari. Che se finalmente condensandosi anche questi, o pel freddo più intenso, che li sorprenda; o per azione dei venti; o per la perdita di quell'elettricità, che li rendeva mutuamente ripulsivi, e costituiva fors'anco la lor forma vescicolare, come altrove ho mostrato (a) che v'è fondamento di credere; o per qualsiasi altra cagione; se, dico, condensandosi codesti vapori pensili in aria, e più freddi del semplice ghiaccio, vengano a rapprendersi, e con una regolare cristallizzazione a formare fiocchi di neve, manderan fuori tanto *calore latente*, che la temperatura s'innalzerà fino al 0. di REAUMUR, o lì presso, come vuole la teoria appunto di tal *calore latente*. Di qui quel raddolcimento dell'aria, allorchè dopo un freddo molto aspro, che va sotto cioè al limite della congelazione, il tempo si dispone a nevicare, e nevica in copia.

Era necessario premettere queste cose intorno alla formazione della neve, volendo parlare di quella della gragnuola, e spiegarne il meccanismo; essendochè il principio di questa, il suo primo rudimento, è la neve stessa. Infatti nel centro di ogni grano di grandine si truova un nucleo di neve, riconosciuto per tale dall'istesso Sig. DELUC, e da tutti i Fisici, che l'hanno bene osservato: un nucleo men trasparente, bianchiccio, assai più raro e soffice del resto, che forma la crosta dura e compatta. In somma si vede, e si tocca, che questa scorza è ghiaccio solido cristallino, e quel nucleo centrale vera neve spungosa. L'occhio solo già lo indica presentando quella picciola massa opaca nel centro: ma basta spaccare il grano di grandine, per accertarsene anche col tatto.

Or dunque quel freddo eccessivo superiore alla semplice congelazione dell'acqua, che abbiám mostrato necessario a congelare i vapori vescicolari liberi e nuotanti, per formarne neve, sarà richiesto ben anche per produrre la gragnuola, i cui grani contengono, ed hanno per prima base ossia radice l'anzidetto nucleo nevoso; anzi di un freddo vieppiù intenso farà d'uopo, acciocchè cotai fiocchi di neve possano gelarsi altr'acqua d'attorno, e rivestirsi di quella più o men grossa crosta di ghiaccio solido, che finisce di dar corpo a ciascun grano di grandine, come s'è accennato. Considerando la qual cosa, e risovvenendoci soprattutto del *calor latente*, che si libera in virtù e all'atto [1] della congelazione, onde si rattempera assai l'eccessivo freddo del-

(a) Lett. 6. in fine.

[1] In Br. Bibl. ed Ant. Coll. leggesi: « alto ».

[Nota della Comm.].

l'ambiente, come poco sopra abbiain fatto osservare, non parrà già troppo, se dico, che richiederebbesi a tal uopo una regione ove il freddo fosse di 12. o 15. gradi più forte del 0. R.

Or a trovare un tal freddo nel cuore dell'Estate che è la stagione de' temporali, converrà nel nostro Clima salire molto più in su delle 2400. o 2500. tese, a cui abbiain supposto tenendoci a un calcolo moderato, che regni ne' giorni appunto e nelle ore più calde a un di presso la temperatura di 0. R.: converrà salire più d'un altro migliajo di tese, cioè 1200. o 1500. Ritenuto infatti, giusta il calcolo più moderato, e le osservazioni sopra recate del Sig. DE SAUSSURE, che il caldo scemi in estate di un grado R. per ogni centinajo di tese di elevazione, ne verrà che la temperatura di 12. gradi sotto il ghiaccio debba trovarsi a 3200. tese, e quella di — 15. gr. a 3500. tese sopra quelle pianure, ove il caldo vicino a terra sia + 20. gr.: e così poi all'altezza di 3800. e di 4000. tese in quei giorni ed ore, in cui il caldo al basso giunga a + 22. e 25. gradi: durante i quali calori, ed anche maggiori veggiam non di rado formarsi e temporali, e grandine.

Vero è, che nelle ore del giorno più infuocate il calore, andando all'alto, scema in una proporzione maggiore dell'anzidetta, secondo che osserva il grande Fisico e Meteorólogo tante volte citato; tal che può calcolarsi che decresca di 1. grado R. per ogni 80. tese, e non ogni 100. come si è stabilito per il calor medio di tutto il giorno. Ma è altresì vero, per altre osservazioni del medesimo, e riconoscesi conforme ad ogni buon ragionamento, che al di là di certa altezza scemi il calore con una progressione sempre men rapida. Egli calcola adunque, che come si è giunto all'altezza di 3100. tese, e più oltre, a far la differenza di 1. grado R. ce ne vogliano allora più di 100. cioè da 125. per lo meno. « Ma questi cambiamenti (a) nella legge della progressione debbono farsi per gradazioni: la progressione aritmetica, che noi « vediamo alla cima delle nostre montagne, deve anzi cessare ad una più « grande elevazione; l'influenza del calore terrestre debbe svanire insensibilmente; e così gli spazj necessarj per la produzione di un grado di freddo debbono farsi più grandi progressivamente, fino a che si arrivi da ultimo alla « temperatura costante e generale degli spazj interplanetarj ».

Così dunque compensandosi una cosa coll'altra, anzi quest'ultima ragione, che allunga le 100. tese di altezza assegnate per ciascun grado di freddo, avendo più influenza dell'altra sovr'accennata, che le accorcia; ne viene, che più alto ancora delle 3200. delle 3800. e delle 4000. tese converrà salire, vale a dire a circa 5. miglia italiane di altezza perpendicolare, o più, per trovarvi ne' più fervidi giorni d'estate quel freddo di — 12. o di 15. gr. sotto il 0. R.

(a) *Notice des Observations faites sur le Col du Géant par MM. DE SAUSSURE. Journ. de Phys. Decembre 1788.*

che abbiain fatto vedere richiedersi all'opportuna congelazione de' vapori vescicolari, a tal congelazione cioè, che dia luogo a formarsi molta e grossa grandine.

Ciò posto torno a domandare, se è possibile di credere, che tutti i temporali, o almen quelli grandinosi, si formino tant'alto; e se quello che ne insegna l'esperienza sulla loro comparsa si truovi almeno passabilmente d'accordo coi premessi calcoli fondati sopra immediate osservazioni. E non vediamo anzi tuttogiorno formarsi, congregarsi le nuvole temporalesche, e sì anche quelle gravide di gragnuola, non che al di sotto della region gelata, ma fino più basso della sommità de' nostri monti non altissimi? Quante volte passeggiando sulle vette di questi monti, fresche sì, ma non a segno che vi geli, ove anzi la temperatura era di 10. 12. o più gradi sopra il 0., non è avvenuto a noi e ad altri di vedere addensarsi giù al basso e nelle gole stesse delle montagne altre nubi temporalesche, e balenare, e guizzar fulmini sotto a' piedi, nel tempo che si godea colassù di un bel sereno e del Sole? Quante altre volte non vedemmo la grandine percuotere tutt'intorno la pianura, e le falde di una montagna fino alla metà, o più o meno della sua altezza, intatta rimanendone una gran parte verso la cima? Il che pur mostra, che se ben anche sorpassavano quella cima altre nubi temporalesche, quelle gravide di grandine non vi giungevano.

E infatti la nuvola grandinosa suol essere o la più bassa di tutte, o una almeno delle più basse; e ben la ravvisano, come già accennai, al suo colore bianco cinereo, e ad altri indizj i contadini, che impallidiscono e tremano indicandola; ed è per conseguenza tralle prime a scaricarsi, osservandosi che la grandine precede per lopp più la pioggia, sovente l'accompagna, e non mai, o quasi mai vien dopo, se tal pioggia è stata lunga e dirotta. Eppure sembra, che tal nube grandinosa dovrebbe trovarsi sopra, anzichè sotto le piovose; cioè colà, ove l'aria è naturalmente più fredda. Ma che? Se il fatto dimostra il contrario; e fa vedere, e toccar con mano, che la regione ove si forma la grandine, è molto lungi dall'essere per sè stessa così fredda da congelare i vapori, e formar prima il nucleo nevoso, indi la crosta glaciale, di cui ciascun grano è composto.

Ritorno sempre su queste osservazioni de' temporali bassi, e specialmente delle basse nubi grandinose; perchè sono capitali, e rovesciano in un colpo il sistema affatto immaginario, che adottarono comunemente i Fisici; cioè, che la grandine si formasse a quell'altezza, a cui regna naturalmente un freddo capace di agghiacciare i vapori. Vi furono però alcuni, che non seppero adottarlo, e trovandolo non conforme alle osservazioni dirette di cui parliamo, si argomentarono di spiegar altrimenti la formazione, e caduta della grandine, chiamando in soccorso altri principj. Tra questi l'Autore della bella dissertazione sulla grandine coronata dall'Accademia di *Bordeaux* nel

1752. si fa forte singolarmente sull'osservazione, su cui noi pure insistiamo, delle nubi temporalesche poco elevate da terra: alle quali osservazioni ed argomenti di là cavati fa eco l'articolo *Grandine* dell'Enciclopedia, da cui ci piace di trascrivere il seguente passo « Molti Filosofi, senza ricorrere (come « altri fanno) a un vento freddo, immaginano semplicemente, che all'altezza, « a cui si forma la *grandine*, il freddo dell'Atmosfera sia sempre abbastanza « grande, anche nel bollore dell'Estate, per convertir l'acqua in ghiaccio. « Questa opinione è soggetta a delle grandi difficoltà. Si è veduto sovente « formarsi la grandine sopra d'una valle ad un'altezza molto inferiore a quella « delle montagne vicine, che godevano in tal tempo di una dolce tempera- « tura. Egli è altronde senza gran fondamento, che ci figuriamo le nubi co- « tanto elevate sopra le nostre teste: son esse al contrario vicinissime a noi « ne' forti temporali. Abbiám fatto osservare, che il tuono accompagna d'or- « dinario la *grandine*; si può dunque credere, che queste due meteore si for- « mino a un di presso alla medesima distanza da terra. Or quando il tuono è « perpendicolare sopra qualche luogo, e scoppia fortemente, l'intervallo di « uno o due minuti secondi, che si osserva tra il lampo e il romore, ne fa giu- « dicare che la materia del fulmine non è che a 180. o tutt'al più a 360. tese « di distanza. Or come si può credere, che a questa sola altezza da terra regni « naturalmente in tempo d'estate un freddo abbastanza grande per gelar « l'acqua »? Cotal freddo infatti non può essere che un calore di 2. gradi circa inferiore a quello della pianura per l'altezza di 180. tese, e di 4. gr. o poco più per quella di 360. anche supponendo che scemi di un grado per ogni 80. tese, che è il massimo scemamento che ammetter si possa, e che, secondo le sopra- recate osservazioni di SAUSSURE, ha luogo soltanto nelle ore più infocate de' giorni estivi. Ma diamo più di uno o due secondi d'intervallo tra la com- parsa del lampo, e il giugnere del tuono all'orecchio; diamone tre ed anche quattro (ognuno però ha potuto osservare, che talvolta non si contano neppur tante battute di polso): ebbene, a qual altezza si troverà la nube tonante e fulminante, supponendola anche perpendicolare alle nostre teste? All'al- tezza di circa 3120. piedi, ossia tese 520. quando sono tre i secondi, che scor- rono tra il lampo e il tuono, e di 4160. piedi, ossia tese $693\frac{1}{3}$, quando i se- condi sono quattro: ciò in ragione di 1040. piedi, che percorre prossimamente il suono in un minuto secondo, giusta le più esatte sperienze. Or alla maggiore di queste altezze, col calcolo ancora di un grado di raffreddamento ogni 80. tese solamente, abbiamo 8. in 9. gradi R. di temperatura inferiore a quella che nelle ore estive più fervide soffriamo alla pianura e ne' luoghi bassi; la quale tem- peratura non è rado che sia + 22. o 24. gradi, e giugne anche qui tra noi a 26. 27.; ed è allora, appunto quando diventa il calore cotanto affannoso, che si preparano i più terribili temporali. Come faremo pertanto con quella tem- peratura di 13. fino a 18. o 19. gradi sopra il 0.; che regna naturalmente nella

mezzana, per non dir bassa regione d'aria, in cui si trovano le nubi temporalesche, come faremo ad agghiacciare queste nubi, onde fabbricare la grandine; se, come abbiám mostrato di sopra, neppure la temperatura di 0. può bastare, ma ce ne vuol una di 12. o 15. gradi sotto tal punto?

Che se dunque (ecco la final conclusione) il freddo proprio di quella regione, in cui si formano e passeggiano le nubi grandinose, non è di gran lunga bastante all'uopo, non giungendo esse molte volte neppure all'altezza della inferior linea nivale, ed osservandosi che al di sopra di tali nubi zeppe di gragnuola se ne trovano altre molte di acqua o vapori non gelati, che profondono appresso la caduta della grandine lunga pioggia; se, dico, il freddo naturale e proprio di quella poco alta regione, che occupano le nubi grandinose, non basta da se solo, richiedendosene uno molto più intenso, sarà mestieri ricorrere a un *freddo avventizio*, che operi quello straordinario e mirabile agghiacciamento.

Questo freddo avventizio od accidentale potrebbe mai venire da una gran massa d'aria più che gelata, la quale dalle superne regioni calasse giù indosso alle nuvole temporalesche congregate nella regione di mezzo, e tutte o in gran parte le involgesse? Oppure i grani medesimi di grandine già belli e formati, sebben minuti, o almeno i fiocchetti di neve, che ne costituiscono il nucleo, come abbiám fatto osservare, potrebbero per avventura essersi fabbricati colassù, ove regna un freddo più che bastante alla congelazione de' vapori, molto al di sopra cioè delle 360. delle 500. 800. o 1000. tese, a cui si trovano le vere nubi temporalesche tuonanti e fulminanti? E perchè no? Perchè non potrebbero, essersi formati i primi stami o rudimenti della grandine all'altezza di 3. o 4000. tese o più ancora, se tanto è necessario per congelare i vapori, e formar i fiocchetti di neve, lasciando loro al dippiù quell'eccesso di freddo, di cui han bisogno per divenir in seguito grandine perfetta? Tali grani minuti di grandine o già bella e formata, o abbozzata solamente, cadendo freddi a un sì gran segno, cioè di 10. 12. 15. gradi al di sotto di 0. R., in grembo alle anzidette nuvole assai meno alte, e attraversandole, verrebbero a congelar quivi altri ed altri vapori rompendone le vescichette, e con ciò a rivestirsi di nuova crosta di ghiaccio, e ad ingrossare al segno che li miriamo allorchè finalmente giungono a terra.

Belle supposizioni! Ma il male si è, che nè l'una, nè l'altra può ammettersi, tali e tante sono le difficoltà, che si presentano, considerandole anche solo teoricamente: oltre le osservazioni dirette, e i fatti, che vi si oppongono, alcuni de' quali abbiám già addotti. Riguardo alla prima ipotesi non contrasto io già, che vi possano avere, e vi abbiano in effetto talora delle *colonne* d'aria *discendenti*, come ve ne hanno delle *ascendenti*; che anzi da quelle trarrò io stesso un gran partito per ispiegare certi fenomeni, che sogliono venir dietro a un temporale, e in ispecie quel vento freddo e secco, che gli succede,

talvolta poche ore dopo la caduta di una folta grandine, tal altra, anzi più sovente, il giorno appresso. Ma accordando di buon grado, che abbia luogo in certi casi, come nell'ora mentovato, una discesa di qualche strato superiore dell'aria, non m'induco però facilmente a credere, che possa, giusto allora che sta formandosi un temporale, e qualche tempo prima quando l'atmosfera è in calma, lasciarsi giù di peso un sì enorme volume d'aria, quale richiederebbsi ad involgere tutta la massa di tal temporale, o almeno quelle nubi, che vogliamo agghiacciare e trasformare in grandine; e sì lasciarsi giù da tant'alto, quanto è elevata la regione, in cui regna il freddo a tal uopo necessario. Abbiain di sopra conchiuso, che richiedasi un freddo di 12. o 15. gradi R. sotto il punto della semplice congelazione dell'acqua, per cominciare a stringere i vapori di una nuvola e conformarli in fiocchi di neve, indi incrostarli di lamine di ghiaccio solido, siccome sono i grani di grandine; e calcolato abbiaino, che siffatta temperatura non può trovarsi nel furore dell'estate e nelle ore più calde a minore altezza di 3. in 4000. tese, se pur anche non richiedesi maggiore. Ma ciò non basta: giacchè facendo venire l'aria anche da sì strana altezza da 5. miglia Italiane, o più, è facile comprendere, che quest'aria scendendo pian piano, (chè già non può un sì gran volume scostarsi a un tratto, e precipitare con furia), verrà mano mano a perdere di quel suo freddo eccessivo, e ad attemperarsi colle regioni men alte, fino a quella che occupano le nubi del temporale, ossia le nubi che hanno da convertirsi in grandine. Or se coteste nubi temporalesche e grandinose trovansi alte da terra non più di un miglio, o meno, p. e. 800. tese o 600. solamente (come accade spesso ne' temporali bassi, in quelli che da chi trovisi in vetta d'una delle nostre montagne non altissime si contemplan sotto a' suoi piedi); se ivi, all'altezza cioè del temporale, la temperatura in quel giorno e in quell'ora sia + 13. o 14. gradi R., qual esser deve, giusta le sopra riferite osservazioni di SAUSSURE, allorquando vicino a terra si hanno + 21. o 22. gr. (caldo ordinario delle nostre estati nelle ore circa il mezzodì); quanto mai non perderà dell'originario suo freddo quell'aria proveniente da una regione 4. miglia più alta, o d'avantaggio, compiendo un sì lungo tragitto per regioni gradatamente più calde, da — 12. o — 15. gr. cioè, fino a + 13. o + 14. ? Ben si vede, che sarà molto, se arrivi al fine colla temperatura di zero o di — 1. o — 2.: il qual freddo è ben lungi che basti a congelare i vapori, e a formare la grandine.

A quest'effetto di conformarsi in neve prima, indi in grandine, abbiain detto e dimostrato con evidenti ragioni, e giova pure ripeterlo, che denno i vapori vescicolari delle nubi venir sorpresi da un freddo almeno di — 12. gr. R. Se così è, converrà dunque andar a prendere quell'immenso volume d'aria, che dee involgerli ed agghiacciarli, ad un'altezza molto maggiore ancora delle 3., o 4000. tese, a tale cioè, che il freddo che vi regna sia altri 12. o 15. gr. più forte, vale a dire per lo meno — 25.; onde rimanga essa aria in fine dell'indi-

cato tragitto — 12. o — 15.: e quest'altezza, quando il calor qui basso arrivi a + 25. gr. non può essere minore di 5000. tese, stando al calcolo del raffreddamento di 1. grado per ogni centinajo di tese. La qual proporzione, se è vero, come non si può a meno di convenirne col Sig. DE SAUSSURE, che più non ha luogo oltre una certa altezza, in maniera che sopra le 3000. o 4000. tese decresca il calore di un grado non più ogni 100. tese, ma ogni 125. solamente, e sempre a maggiori intervalli, secondo che più alto si progredisce, finchè si arriva a quella distanza in cui la temperatura può considerarsi eguale in tutto il resto dell'Atmosfera e degli Spazj interplanetarj (a); chi sa dire quanto più alto ancora si dovrà andare per trovar aria della temperatura richiesta, cioè di — 25. gr.? Certo più di 6. 7. o 8000. tese, che vengono a 7. 8. e più miglia.

Domando adesso, s'egli è credibile, che da una sì spaventosa altezza scenda di posta un pezzo di Atmosfera, una gran massa d'aria, per posarsi indosso alle nubi, che sono, o vanno a diventare temporalesche, e a formar grandine: tanto più, che non si scorge, nè immaginare si può alcuna causa, la quale turbi siffattamente l'equilibrio dell'atmosfera, che uno strato d'aria della più sublime regione abbia a sprofondare negli strati inferiori fino alla regione di cotesti nostri bassi temporali: di quelli voglio dire, che si formano sulle nostre teste, o entro le valli e gole de' monti, men alto d'un miglio; eppur ci portano la grandine. Per calar giù quello strato d'aria altissimo, tanto meno compresso dal rimanente della colonna atmosferica, dovrebbe essere sopraggiunto e compreso da un freddo molto più grande della natural sua temperatura; il qual freddo straordinario venisse a condensare tal aria più di quello ch'ella si truova, per l'anzidetta minor pressione, rarefatta rispettivamente agli strati inferiori, onde divenisse specificamente più grave: ma questo come accader può in così alta parte dell'Atmosfera, ove non arrivano a farsi sentire, o poco almeno, le mutazioni di temperatura, ed altre che accadono sulla terra, e nella bassa, mezzana regione? Per qual cagione adunque, per qual accidente diverrebbe moltissimo più fredda quell'aria, che lo è già tanto naturalmente, moltissimo, dico, cioè quanto fora necessario a renderla più densa e pesante degli strati inferiori?

Che dirassi poi, se ben lungi che sianvi indizj di tale sbilancio e spostamento delle colonne d'aria, in modo che giù scendano gli strati altissimi, lo stato dell'aria che precede i temporali e continua un gran pezzo durante la lor formazione, fino cioè che son vicini o già cominciano a scoppiare, è d'ordinario uno stato di perfetta calma, almen sotto la regione di quelle nubi temporalesche, di una calma sovente affannosa? Cosa avvenga o avvenir possa intanto più alto, e sopra quelle istesse nubi, nol so, e non vuo' cercare d'indovinarlo; ma certo pare che non si concilii facilmente con quell'inerzia

(a) V. il passo sopra recato.

e immobilità dell'atmosfera che quaggiù osservasi, uno scompiglio tale degli strati superiori, che quegli alti 4. 6. 7. miglia, abbiano a discendere per altrettanti, o poco meno, come si vorrebbe nell'ipotesi che sto combattendo.

Ma troppo mi trattengo a dimostrarla improbabile, per non dire impossibile, con ragioni; quando ho in pronto de' fatti decisivi: e sono la tranquillità dell'aria, e la temperatura ancora calda 10. 12. 14. gradi, e più ancora, sopra il punto della congelazione, che regnano su quelle alte cime de' nostri monti, dalle quali miransi talvolta de' temporali formarsi più al basso, a mezza montagna cioè, o poco più su, e alcuni sibbene grandinosi. Or quando ciò sia, dovrebbe pure arrivar prima, e sentirsi su quelle cime l'aria freddissima e più che gelata, che scende, come si suppone, dall'altissima regione, e viene indosso alle nubi temporalesche (freddissima, dico, a segno di gelare se non tutte, una parte di esse nubi, di formarne prima i fiocchetti di neve, che sono il nucleo, poi la dura crosta di ghiaccio, onde son composti i grani di grandine): dovrebbero dette cime trovarsi involte da cotal aria fredda all'eccesso più ancora dell'ammasso nuvoloso che sta sotto, e prima di lui. Ma nulla di questo: la temperatura è colassù, come dicemmo, di 10. 12. 14. gradi; e vi si gode di un'aria o tranquilla affatto, o agitata soltanto da qualche leggier venticello solito spirare su quelle alture. Domanderei poi volentieri perchè la colonna d'aria discendente freddissima che ha prese le mosse da un'altezza di 4. 5. 6. miglia, giunta alle nubi temporalesche alte un miglio, od anche solo mezzo miglio, si arresti ivi tutta ad un tratto, e non prosiegua a scendere fino in fondo, voglio dire fin sulla Terra. Dirassi che vi scende forse, e arriva; ma in poca parte, trattenuta nella massima parte dalle nubi? Ma se anche una picciola parte della supposta colonna d'aria tanto fredda giungesse fino a noi, ne apporterebbe pure qualche refrigerio al caldo soffocante, e romperebbe quella calma e immobilità d'aria, che proviamo giusto allora che si prepara un temporale, e già compajono i nuvoloni gravidi di grandine.

Vengo ora all'altra ipotesi che fabbrica la grandine fuori e assai più alto delle nuvole propriamente temporalesche, intendendo per nubi temporalesche quelle dense e più o meno scure, che lampeggiando e tuonando dan segni di una viva strepitosa elettricità. Queste nubi (giova pure ripeterlo) nella maggior parte de' temporali non si possono supporre molto alte, e in alcuni si truovano assai basse, come ne avvisa il tuono medesimo, che arriva all'orecchio pochi istanti dopo che il lampo ha ferito gli occhi; e lo stesso comprovano tante altre osservazioni. Ciò dunque ben conoscendo, e che a sì mediocre altezza non regna nell'Atmosfera un freddo capace di congelare i vapori, onde formarne grandine, hanno immaginato alcuni Fisici, che i primi rudimenti, gli embrioni, diciam così, di questa grandine, o de' piccioli grani si formino molto più all'alto, cioè in quella regione, in cui il freddo trovisi non che sufficiente alla congelazione de' vapori, di molti gradi maggiore;

tanto che contraendo que' primi germi, o granellini di grandine anch'essi un freddo di 4. 6. 10. ed anche più gradi sotto il punto della congelazione, nel cominciar a scendere, e continuar a cadere in tal modo più che gelati, vengano a congelare mano mano altri vapori, attraversando tutto quell'immenso spazio d'aria, e massime l'ammasso nuvoloso del temporale. È dunque, secondo l'opinione di questi Fisici, la grandine straniera; e non alberga, ma giunge pellegrina, e passa per le nubi tempestose, che sono magazzini di elettricità, stanza di tuoni e fulmini.

Ma come mai può dirsi straniera la grandine ai temporali, e che venga soltanto a visitarli di passaggio, se la più stretta connessione e parentela sembra anzi che vi sia tra lei e questi; e tale, che senza lampi e tuoni, senza qualche principio almen di temporale non v'ha esempio che sia mai caduta grandine? La stessa causa è dunque più che probabile che produca e questa e quelli; e che abbiano comune la nascita e il luogo.

Uno di quelli, che ebbero ricorso, per ispiegare la formazione della grandine, al supposto dei vapori saliti all'altissima regione, ed ivi congelati in forma di fiocchi di neve, e più freddi assai della neve ordinaria, sicchè cadendo vengano a gelarsi d'attorno molti altri vapori, fino a vestirsi di una grossa crosta di ghiaccio, è il Sig. DELUC; il quale così si espresse nella prima sua Opera meteorologica (a). « La formazione della *Grandine* in estate potrebbe « aversi per una prova della prodigiosa altezza, a cui s'alzano i *vapori*, se si « ammettesse, ciò che mi sembra probabile, ch'ella è dovuta alla caduta dei « *vapori*, i quali, mercè la prodigiosa elevazione a cui giungono, perdono abba- « stanza di calore per gelare, e far gelare attorno a sè i *vapori* che incontrano « nella loro caduta. Il nucleo nevoso, che è rinchiuso in ciascun grano di *gran-* « *dine*, sembra un indizio di questa formazione: poichè l'acqua, che si gela « nello stato di *vapore*, produce la neve; ed è facile di concepire, che un fiocco « di neve può essere talmente privato di calore di trovarsi in istato d'assorbir « quello di una quantità d'acqua eguale a un grano di grandine, al segno di « farla gelare ». Così pensava 18. anni sono il Sig. DELUC (e molti ancora pen- sano); ma in appresso fu costretto a cangiar opinione, ad abbandonare cioè l'idea di que' vapori condensati e gelati tanto più alto de' temporali, di quelle *nubi distinte*, sublimissime, onde provenir faceva gli embrioni e i primi granellini di grandine. Ciò che lo ritrasse da cotal gratuita supposizione si furono le più attente osservazioni sull'andamento de' temporali; il riflesso, che abbiain qui sopra diggià toccato, della strettissima connessione della grandine coi temporali, ossia coi fenomeni della strepitante elettricità, da cui è inse-

(a) *Rech. sur les Mod. de l'Atm.* T. II. §. 714 [1].

[1] *Cart. Volt. H 10* è un foglietto che presenta, su una pagina, la copia in francese, scritta di mano del V., della citazione pubblicata nel testo. [Nota della Comm.].

parabile; e soprattutto il non iscoprirsi nella regione dell'Atmosfera superiore ai temporali grandinosi, nè la supposta caduta dei fiocchetti di neve e grannelli gelati, nè lo strato di *nubi distinte*, da cui pretendesi di farli venire indosso alle basse nubi temporalesche: la qual caduta, e le quali nubi segregate altissime, dovrebbero pure vedersi, se esistessero. Per queste ragioni principalmente abbandonò egli l'antica sua ipotesi, e confutolla nell'altr'Opera assai più recente, che abbiám già avuto occasione di citare, in quel capitolo in cui si fa a parlare della grandine (a). Converrebbe trascriverlo tutto; ma, per non esser troppo lungo, mi ristringerò a' seguenti passi principali. «I *Tem-porali repentini*, accompagnati da *Grandine* e da *Tuono*, sono ancora nel numero dei fenomeni, che ci mostrano quante cause ci restano a scoprire nell'Atmosfera. La *grandine* è un sintoma di gran *raffreddamento*; ma d'onde procede questa causa immediata?... Quantunque io pensi, che la *grandine* sia prodotta da un raffreddamento, che abbracci tutta la *nuvola*, credo nondimeno, che un fiocco di *neve* ne sia sempre l'embrione. Il nucleo nevoso d'ogni grano di *grandine* egli solo già indica questa origine. Ma inoltre io non saprei concepire altrimenti la formazione di una massa di ghiaccio solido nel seno delle nubi. Abbiám veduto è vero (§. 612.) formarvisi il *Gelicidio* (b); ma egli era sempre sopra qualche *base*, a cui le *vescichette* dei vapori nebulosi fornivano dell'acqua, che gelava successivamente. Ma nelle nubi una tal base non si truova, e non sapremmo concepirne altra, che dei fiocchi di *neve* freddissima all'eccesso, su di cui l'*acqua* delle vescichette si accumula, e si gela. Queste specie di fiocchi spiumati abbracciano, cadendo, un molto più grande spazio, di quello farebbe la medesima quantità d'acqua riunita in gocce; e perciò cadono molto più lentamente: dal che si comprende, che possono coprirsi di *gelicidio* attraversando la nuvola.

«Ma ove mai si forma una *Neve* cotanto fredda, e che più è nella stagione, in cui la *neve* ordinaria non si forma? Nelle mie *Ricer. sulle Modif. dell'Atm.* spiegando diggià la *grandine* colla stessa causa immediata, io avea supposto; che i fiocchi di *neve* si formassero nelle Regioni elevatissime, d'onde cadevano freddi all'eccesso: ma molte riflessioni, e osservazioni mi hanno fatto abbandonare questa idea. E primieramente, se i *vapori* potessero alzarsi nelle Regioni, in cui fossero di mezza state convertiti in *neve*, non so vedere perchè ciò non accadrebbe mai se non per formare la *grandine*; e qual legame vi potesse essere tra la formazione di una *nube temporalesca* (sempre molto bassa), e la caduta di questi *fiocchi*, così a proposito. D'altra parte, per ispiegare la formazione di questa *neve*, bisognerebbe necessariamente supporre uno strato particolare di *nubi* nella regione, in cui

(a) *Idées sur la Météorologie*. Tom. II. Part. III. Chap. II. sect. II. de la Grêle.

(b) Quel che i Francesi chiamano *Verglas*.

« avrebbe culla, poichè tanto la *Neve*, quanto la *Pioggia* non possono formarsi, « che da vescichette acquose; e allora cotale strato sarebbe visibile, almeno « dall'alto delle Montagne, allorquando le nuvole non abbracciassero che una « parte dell'orizzonte. Ma in tutti i casi, in cui ho fissato la mia attenzione, « queste *nubi* mi son parse non formare che una sola massa; tranne dei *nuvoli* « sparsi, i quali non si trovavano per avventura più sovente sopra l'indicata « massa, che nel resto dell'aria ». E qui richiama la descrizione ch'egli avea già data (a) di un fierissimo temporale da lui osservato nel mese di giugno 1757. ne' contorni di Torino, che devastò le campagne con una immensa scarica di grandine; e soggiunge. « Io ricaverò da quest'esempio medesimo un « nuovo motivo contro l'idea generale, che codesta *neve* si formi entro a *nubi* « distinte. Una neve tanto fredda da formare del ghiaccio attorno a sè nel « traversare una *nuvola* densa, si conserverebbe fino al basso dell'atmosfera « fuori anche della *nuvola*, e dovrebbe caderne qualche volta all'esteriore « della colonna di *grandine*. Ora non ne cadde punto allora; e io non conosco « alcun caso, in cui vi sia stata della *neve* fuori dei confini delle *nubi tempora-* « *lesche*. Quella di cui si tratta, che io ho ancora presentissima alla memoria, « non formava che una gran massa di un'oscurità spaventevole, perfettamente « terminata, sospesa a poca altezza al di sopra del paese, a cui portava notte « nel mezzo del giorno: delle folgori la solcavano di tempo in tempo, e poco « dopo io sentiva un romor sordo di tuono... Cadde da questa *nuvola* una così « prodigiosa quantità d'acqua e di ghiaccio, che ec... Non è dunque possibile « d'immaginare, che questa immensa quantità di *grandine* potesse avere la « sua prima sorgente fuori della *nuvola* medesima, che la versò. Ora la sua « parte superiore non arrivava punto ad una regione molto elevata; nè io « ho osservato, che ciò avesse luogo in alcuna delle *nubi temporalesche*, che « ho avuto occasione di vedere, sia dall'alto, sia a una distanza conveniente « verso l'Orizzonte. Ad ogni modo io non posso dubitare, che la *grandine* abbia « per prima origine dei fiocchi di *neve*, che traversano la nube nel cadere: ciò « che mi fa congetturare, ch'essi si formino verso l'alto della *nuvola* medesima, « mercè di un *raffreddamento subitaneo*, che tiene a qualche *Causa chimica* ».

Lasciando per ora da parte l'idea di questa causa chimica, intorno a cui diremo qualche cosa in appresso, ecco come anche il Sig. DELUC, dopo aver riconosciuto che la natural temperatura dell'aria a quella mediocrissima altezza, a cui si formano, se non tutti, molti de' temporali grandinosi, manca assaissimo dall'essere tanto fredda, quanto fa bisogno per agghiacciare i vapori, ricorre, non più all'immaginario espediente di far venire dalle altissime regioni superne in grembo alle nubi temporalesche della neve fredda all'eccesso, come opinò un tempo, e molti per avventura opinano ancora; bensì

(a) *Rech. sur les Mod. ec.*

ad un freddo accidentale ed avventizio, che sorprende una parte di coteste nubi; come noi pure crediamo (chiamandolo freddo *avventizio*, benchè prodotto da una causa presente e locale, per significare ch'esso è un freddo non naturale a quella regione d'aria, e che non compete per ragion di semplice altezza alle nubi che vi covano, ma lor sopravviene, o a dir meglio evvi eccitato per estranea causa). Infatti non vi è altro partito da prendere; e a questo conduce tutto quello che son venuto diffusamente mostrando in questa lettera, e che mi giova di qui ricapitolare, restringendolo alle seguenti proposizioni.

I. La stagione de' più fieri Temporali, e massime grandinosi, è la Primavera e la State; e le ore, in cui sogliono nascere e scoppiare, quelle più calde del giorno: e sebbene siano men frequenti nel cuore di essa state; pure ne accadono anche ne' giorni più cocenti.

II. L'altezza delle nubi temporalesche e grandinose non suol essere grandissima; e talvolta sono queste assai basse, poche centinaia di tese cioè sopra la Terra; come, oltre molt'altre osservazioni, lo comprova l'intervallo di soli 3. o 4. minuti secondi tra il bagliore del lampo che fere la vista, e il rumore del tuono che giunge all'orecchio.

III. A così piccola altezza, diamola anche di 600. 800. 1000. tese (nel p.^o dei quali casi ci va a sentirsi da noi il tuono dopo veduto il lampo più di 3. secondi; nel 2.^o più di 4.", e nel 3.^o caso più di 5.") la temperatura dell'aria non può esser che da 6. a 10. o al più 12. gr. R. men calda, che nell'infima regione, vicino cioè alla Terra, ove giugnendo a 22. 24. 25. gr. e talvolta dippiù, deve essere lassù per lo meno tra i 10. e i 15. o 16. gradi superiore al termine della congelazione.

IV. Manca dunque ancora non poco al freddo necessario per la formazione della grandine; quando anche non si richiedesse maggiore di quello, a cui gela naturalmente l'acqua. Or che sarà, se ricerchisi di molto maggiore?

V. E tale si ricerca infatti: 1.^o perchè i vapori vescicolari, di cui son composte tutte le nebbie e le nuvole, resistono molto alla congelazione, come si osserva negli aspri giorni d'inverno, in cui si mantengono pensili in aria, e non forman neve, malgrado che regni un freddo di alcuni gradi sotto il 0. R.: il che nasce e dal molto *calor latente*, che debbono perdere innanzi gelare, e dalla loro particolar costituzione.

VI. 2.^o Perchè i rudimenti della grandine, la base di ciascun suo grano, ciò che ne forma il nucleo, essendo un fiocco di neve, come la materiale ispezione lo dimostra; questo fiocco di neve vuol essere freddissimo, cioè concepire e ritenere un eccesso di freddo sotto il 0., sì se ha da ridurre ad agghiacciarsi una dietro l'altra varie pellicole d'acqua, che si tira addosso nell'attraversare la gran massa nuvolosa composta di vapori vescicolari non anco gelati, mano mano cioè che urta in queste vescichette e le rompe, e incontra altre gocce già formate: se ha, dico, tal fiocco nevoso a formarsi d'attorno la grossa crosta di ghiaccio, che gli dà la consistenza e la forma di grandine.

VII. Ma se tutto questo gran freddo non lo porta, e non lo dà la regione dell'aria, ove hanno stanza le nubi temporalesche, la quale è calda anzi 10. 12. 15. gr. sopra il punto della congelazione; chi lo darà a tutta la massa di queste nubi, o ad una parte di esse, e da qual causa mai potrà essere prodotto? Scenderà forse l'aria della superna regione da 5. 6. o più miglia d'altezza, di là cioè ove soltanto può credersi che regni un freddo di molti gradi sotto il 0. R., quale richiederebbesi all'uopo? Ma questa supposizione non può in alcun modo ammettersi, ed è contraria alle dirette osservazioni.

VIII. Come neppure può sostenersi, e viene egualmente contraddetto dalle osservazioni, che i primi embrioni della grandine, i fiocchi di neve eccessivamente freddi, siccome esser denno all'effetto di cui si tratta, si formino essi colassù entro a nubi distinte, e di là piovano in seno alle basse nuvole temporalesche.

IX. Convien dunque di necessità ricorrere ad una causa non rimota, ma presente, che produca tal freddo accidentale, di tanti gradi quant'è richiesto a togliere non solo i 10. 12. 15. gradi di calore proprio alla regione ove son congregate le nubi temporalesche, ma a indurvi una temperatura di altrettanti gradi inferiore al punto della congelazione; se pur anche basta: ad una causa, dico, convien ricorrere, che ve lo produca ivi proprio quel gran freddo, non che ve lo porti da lontano.

Tutte queste asserzioni, io mi lusingo di averle bastantemente provate, sicchè niuno vorrà più contrastarmele. Resta pertanto ad investigare quale esser possa cotesta causa produttrice di un tanto freddo nelle nubi temporalesche, ed ivi proprio presente. Noi non andremo già a cercarla in quelle immaginarie *Particole frigorifiche*, che furono un tempo di moda, ed ora sono sbandite affatto dalla Fisica; come neppure in non so quali dissoluzioni saline, e *fermentazioni fredde*, che senza fondamento si sono tirate in campo, non presentandoci tanto la grandine quanto le piogge temporalesche niente dei pretesi sali, ma semplice e pura acqua. L'Autore di una bella Memoria sulla grandine inserita nel 1.^o Tomo dell'Accademia di Digione 1769. il Sig. BARBERET, si vale moltissimo di questi supposti sali ad effervescenze fredde; alla qual idea però, siccome ad alcune altre che presenta questa Dissertazione, oppone molte valide ragioni il Sig. DI MORVEAU in una lettera al Sig. GUENEAU DI MONTBEILLARD, riportata nel *Giornale di ROZIER* (a). Alcuni altri dopo si sono argomentati di sostenere contro le obbiezioni di MORVEAU cotal idea delle particole saline produttrici del freddo, e dell'agghiacciamento delle nubi temporalesche; ma le loro ragioni non sono che sottili ripieghi, invenzioni ingegnose, e punto non appagano (b). Ma sarebbe tempo perso, se volessimo trattenerci a confutare coteste idee affatto insussistenti.

(a) *Sur l'influence du Fluide electrique dans la Formation de la Grêle. Journ. de Phys.* 1777. Janvier.

(b) Veg. l'istesso *Journ. de Phys.* Tom. X. 1777. pag. 301.

Escluse queste e simili cause, escluderemo dunque ogn'altra *Causa Chimica*? Intendiamoci: alcune cause ed effetti possono considerarsi e come Fisici, e come Chimici; a cagion d'esempio la Combustione, la Respirazione, l'Evaporazione. Or appunto quest'ultima, e sì concepita in un senso più chimico che fisico, qual è quello della trasformazione de' vapori nebulosi ossia vescicolari in vapori elastici, che si dissolvono nell'aria loro vero menstruo, e che tali divengono assorbendo e appropriandosi una gran quantità di materia del calore, che diventa *calor latente*, onde appunto il raffreddamento che producono ecc.: questa evaporazione io mi persuado, che sia cagione del freddo cotanto intenso che concepisce, se non tutta la massa, una parte delle nubi temporalesche, quella voglio dire, che va a formare la grandine. Ancor io dunque do una spiegazione *Chimica*, se vuol dirsi tale, del fenomeno; o più giustamente adduco una causa Fisica e Chimica insieme.

Il Sig. DELUC attribuisce più apertamente (come si è veduto dalle ultime parole del lungo squarcio riportato poco sopra) il freddo eccessivo, onde sono sorprese cotali nuvole che vanno a diventare grandinose, ad una *causa chimica*: non già ch'egli ricorra alle dissoluzioni saline ed effervescenze fredde, che abbiamo rigettate; ma bene avendo in vista delle composizioni, anzi vere generazioni e distruzioni di *Fluidi elastici*, delle metamorfosi dell'acqua in aria, e dell'aria in acqua (ch'egli presume, e di cui si fa delle idee singolari), nelle quali operazioni la materia del calore or si nasconda or si liberi ec., vorrebbe trovare in ciò, come di molti altri, la spiegazione del fenomeno di cui ora si tratta. Di tali viste parte veramente luminose, e parte troppo sublimi, e piuttosto lavori di una bella immaginazione che altro, è piena codesta novella sua opera, siccome pure di dubbj, molti in vero sensati e giusti, altri troppo sottili e ricercati, sulle spiegazioni che soglion dare i Fisici, e ch'egli medesimo avea date nella prima Opera *Rech. ec.* de' più comuni fenomeni meteorologici, quali sono la formazione delle nubi, della pioggia ec. Ma lasciando che altri giudichino meglio di un'Opera cotanto interessante, e particolarmente voi, mio Signore, da cui bramo molto intendere, cosa ne pensiate; e lasciando pure che si denomini Fisica o Chimica, come più aggrada, quella spiegazione o questa (lo ch'è poco importa, purchè compaja fondata, e conforme ai fenomeni della Natura) torniamo alla nostra, che credo tale, e che è tratta da ciò che più conosciamo degli effetti dell'Evaporazione.

Io dunque ripeto il fenomeno, che abbiám mostrato di sì difficile spiegazione, cioè il grande, il massimo raffreddamento, il qual opera quella prodigiosa congelazione de' vapori in certe nubi temporalesche, che li trasforma in fiocchi di neve indi in grandine, lo ripeto da un'evaporazione straordinariamente rapida e copiosa, cui van soggette non dirò tutte, ma alcune delle nubi temporalesche, quelle appunto che diventan grandinose: da un'evaporazione promossa insigneemente dall'aria secca superiore; dalla viva azione

de' raggi solari, onde vengono quelle nuvole investite; e dalla valida elettricità, che le anima: da quell'evaporazione in somma, il cui giuoco ho tirato già in scena, e ho fatto tanto valere nella lettera precedente riguardo al distruggere che essa fa l'elettricità *per eccesso* di certe nuvole che divengono giusto temporalesche, e ridurle fino alla contraria *per difetto*. Riportandomi alle quali osservazioni, e ad altre prove che addurrò nella lettera che seguirà questa dappresso, farò qui soltanto riflettere, che se tale e tanta si è l'evaporazione di siffatte nuvole, tale e tanto il *fluido elettrico* che si portan via i vapori elastici, in cui si converte una gran parte dei vescicolari onde son quelle composte, che distrutta la forte elettricità *in più* riduconsi ad una non men forte *in meno*; può bene essere tanto anche il *fluido calorifico* che se ne va via con essi medesimi, giusta la loro esigenza, e conforme alla teoria del *calor latente*; può, dico, essere tanta, e lo sarà qualche volta almeno, la materia calorifica portata via, da distruggere non solo i + 10. 12. 15. gradi di caldo proprio di quella regione, a cui trovansi sospese le nubi di cui parliamo, ma di indurre inoltre in taluna di quelle (quando non fosse, che alla parte loro superiore, la qual soffre la massima evaporazione, e la perdita immediata) una temperatura di — 10. 15. gr. ec. cioè di molto inferiore alla congelazione.

Intanto lascerò giudicare a voi, Signore, e ad altri, se questa spiegazione io possa dirla tutta mia. A me pare di poterlo pretendere, sebbene non sia io il primo, che abbia avuto ricorso all'evaporazione delle nubi temporalesche per ispiegarne il loro mirabile agghiacciamento in tali giorni ed ore, e in una regione, ove è ben lungi, che geli naturalmente. Il Sig. MORVEAU l'ha egli pure fatta valere nella Lettera sopralodata, che sta nel *Giornale di Rozier*; ma delle tre cagioni da me allegate, che promovono potentemente l'evaporazione della nuvola la quale va a formare la grandine, cioè il Sole che sferza co' suoi caldi raggi tal nuvola, l'aria secca incumbente, e l'elettricità che accresce delle vescichette onde essa nuvola è composta l'espansione e la mutua forza ripulsiva, egli non fa caso, o almen non parla che d'una sola, cioè di quest'ultima, laddove io insisto molto più sull'azione del Sole (a). Del rimanente egli non ispiega neppure a dovere come siegua l'evaporazione, e perchè si porti via il calore: nulla dice, che la nuvola sia un aggregato di vapori *vescicolari*; e che questi si risolvano in vapori *elastici*, cui l'aria come menstruo proprio discioglie; e che in ciò appunto consiste l'evaporazione della nuvola; e che il freddo eccitato da questa, come da ogn'altra produzione di un fluido elastico od aeriforme, viene da che una gran dose di materia del calore s'impiega in certo modo alla costituzione di tali fluidi elastici, ossia ne viene assorbita, e vi diventa *latente*, in quanto cessa di produrre il calor sensibile di prima ec.

Io non intendo di far carico al Sig. MORVEAU di queste mancanze: al

(a) Veg. la Lettera prec.

tempo che scriveva la citata Memoria non era ancora conosciuta, o almeno adottata la dottrina del *calor latente*, stabilita primariamente dalle sperienze di BLACK e di WILKE, e oggigiorno comunemente abbracciata; nè conoscevasi la vera costituzione dei vapori, e la distinzione in *elastici* e *vescicolari*. Sapevasi soltanto, che l'evaporazione producea freddo: del qual fenomeno se ne davano varie spiegazioni, ma niuna soddisfacente. L'Accademico di Digione stando puramente al fatto, concepì felicemente, che questa evaporazione sofferta anche dalle nubi, e promossa massimamente dall'Elettricità onde ridondano le temporalesche, potea produrvi un molto maggior freddo di quello che hanno per se stesse, fino al segno di formarne pezzi di ghiaccio. Ecco tutto quello che su questo punto avanza nella sua lettera. Non sembra neppure ch'ei cerchi di far produrre all'evaporazione un freddo così grande, come lo vogliam noi, credendo forse quello di 0. R., o poco più sufficiente all'uopo. In somma, confrontando la sua colla nostra spiegazione, si potrà giudicare di quanto egli è rimasto addietro; e se, accordando io d'essere stato in qualche parte prevenuto, posso nulla meno sostenere che la spiegazione da me oggi prodotta, e per i **principj** su cui è fondata, e per tutto l'edifizio che vi pianto sopra, di cui parte ho esposto, parte esporrò nelle successive lettere, è spiegazione tutta mia [1].

Sono, mio Signore, ec.

[1] In una lettera del V. al Van Marum (Bosscha Corr. pg. 54), in data 28 marzo 1792 trovasi:

« Pour vous dire maintenant quelque chose de mes occupations physiques, j'ai continué mes lettres sur la Météorologie électrique, dont il en a paru jusqu'à présent dans un ouvrage périodique (*Biblioteca Fisica d'Europa*, del Dr. BRUGNATELLI) 9, et deux ou trois autres paroîtront incessamment: je traite dans la 9.^m et avec beaucoup d'étendue de la grêle; j'y refute plusieurs explications vagues et mal fondées que les Physiciens ont donné jusqu'ici, et je commence à proposer la mienne, que j'étayerai dans la lettre 10^{me}: je montrerai dans celle-ci comment je conçois, que les grains de grêle qui arrivent à une certaine grosseur par des incrustations successives que reçoit le flocon de neige qui en constitue le noyau, se soutiennent long-tems, souvent des heures entières sautillant et dansant entre deux couches de nuages contrairement électriques, comme dans l'expérience électrique qu'on appelle *danse de pantins*. Cette suspension est nécessaire pour donner le tems aux dits noyaux neigeux de s'incruster d'une ou de plusieurs lames solides de glace: ce qui ne pourroit pas obtenir dans le court espace de leur chute, car l'opinion que la grêle tombe de si haut, comme la plupart des Physiciens le suppose, est insoutenable, et démentie par les faits, et quand même elle tomberoit de la plus haute region de nues, le tems qu'elle employeroit dans cette chute ne suffiroit pas à beaucoup près à revêtir le flocon neigeux, qui constitue le noyau de chaque grain, de tant de lames de glace superposées qu'on en voit dans les grains de grêle qui atteignent la grosseur d'une noix, et souvent plus encore ».

[Nota della Comm.].

XCIII.

DELLA MANIERA DI FAR SERVIRE L'ELETTROMETRO ATMOSFERICO PORTATILE

ALL'USO DI UN IGROMETRO SENSIBILISSIMO

MEMORIA

IN CUI SI RISCHIANO MOLTE COSE INTORNO AL TRASCORRIMENTO
DEL FLUIDO ELETTRICO NE' CONDUTTORI IMPERFETTI

1790.

FONTI.

STAMPATE.

Mem. Ver., T. V, 1790, pg. 551.
Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 441.
Coll. Biad., pg. 21.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: E 19; H fot. 7.
Bibl. S. M. il Re, Torino.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Mem. Ver.
DATA: da Mem. Ver.

Mem. Ver.: è la Memoria pubblicata pure in Ant. Coll. e che si dà qui per intero.
Bibl. S. M. il Re: è una lettera del V. al Vassalli, in data 3 giugno 1790. In questa lettera, non stesa di mano del V., trovasi riportato, quasi letteralmente, il § 1 e parte del § 3 della memoria che qui si pubblica: H fot. 7 è la fotografia della prima pagina di questa lettera.
E 19: è un Mns. senza data, che consta di due fogli, dei quali il primo è la minuta di una parte della lettera precedentemente citata; l'altro presenta il contenuto del § 5 della memoria che qui si pubblica, e chiude con considerazioni sullo stato elettrico suscitato nell'attrito dei corpi.
Coll. Biad.: è una lettera del V. al Lorgna, in data 18 maggio 1790, alla quale si accenna nella prima nota apposta a questa memoria.

§ I [1].

Come dal poco vigore dell'elettricità eccitata colle ordinarie macchine, e meglio dalla più pronta dissipazione della medesima può giudicarsi dell'umidità dell'ambiente.

Non v'è alcuno, il quale si sia qualche poco familiarizzato colle sperienze elettriche, che non conosca la grandissima influenza, che hanno l'umido e il secco sulla forza e sulla durata dell'elettricità eccitata colle ordinarie macchine; e che non giudichi più o meno così all'ingrosso al primo porvi mano della maggiore o minore umidità dell'ambiente. Con quale stento, se il tempo e il luogo, ove si sperimenta, sono molto umidi, si perviene ad eccitare una forte elettricità, comunque sia in buon ordine la macchina? E come presto la smarriscono i conduttori, per quanto sembrano bene isolati? Essa se ne va via e per l'aria vaporosa, e per l'umido velo che ricopre i sostegni isolanti, siano questi di vetro nudo, o intonacato di buona lacca, o d'altra vernice resinosa.

Questa dissipazione dell'elettricità ci porge, a ben riflettere, un indizio meno equivoco dell'umido che regna, di quello ce l'offra il giuoco stesso della macchina più o meno indebolito; conciossiachè il buono o cattivo stato e

[1] Il V. aveva intenzione di pubblicare nel Volume degli Atti della Società Italiana un'altra memoria, riguardante la descrizione del suo apparato per la combustione delle arie infiammabili, e la descrizione di istrumenti immaginati « per metter sott'occhio la trasformazione degl'eteri, dello spirito di vino, dell'acqua, e d'altri liquori in fluidi elastici aeri- » formi senz'altro caldo che quello ordinario dell'ambiente ». Ciò risulta da una lettera del V. al Lorgna, in data « Pavia 18 Maggio 1790 », pubblicata in Coll. Biad., pg. 21.

Richiamandosi al titolo, Mem. Ver. T. V, pg. 551, presenta la seguente nota:

« Questo elettrometro sensibilissimo, e comodissimo inventato già da TIBERIO CAVALLO, e migliorato in appresso da SAUSSURE, da BENNET e da noi pure, è omai reso comune, consiste in due mobilissimi pendolini sospesi entro una boccetta di cristallo ad un cappelletto metallico, sopra del quale si adatta all'uopo una picciol'asta o verghetta parimenti metallica. Vegg. le Trans. Fil., e le mie lettere sulla meteorologia elettrica inserite nel Giornale di Pavia intitolato Biblioteca fisica d'Europa, Lett. 1. 2. e 3. »

[Nota della Comm.].

adattamento de' cuscini, dell'amalgama, ed altre circostanze influiscono troppo considerabilmente sulla forza dell'elettricità che si eccita; laddove riguardo alla durata della medesima in un dato conduttore isolato in una data maniera (es. gr. in una sfera, o cilindro di ottone sospesi a un cordoncino di seta, o sorretti da una colonnetta di vetro, o di cera-spagna) non v'è d'ordinario che l'umido dell'ambiente, e quello contratto dal sostegno isolante, che scemar possa tale durata dell'elettricità, ossia accelerarne la dissipazione.

Ecco dunque la prima e la più ovvia maniera di fare delle sperienze igrometriche col mezzo dell'elettricità. Abbiassi un conduttore metallico di discreta mole montato sopra un candeliere isolante, e munito ad una sua estremità di un buon elettrometro di HENLEY ossia *Quadrante-elettrometro*, e posto tal conduttore isolato in luogo discosto da altri conduttori, e infusavi una determinata dose di elettricità non molto grande, come sarebbe di 20 o 25 gradi del detto elettrometro, notisi quanto tempo passa prima che il pendolino suo sia caduto intieramente, o che è meglio, abbassato siasi fino a un dato punto, es. gr. a 5 gradi. Se l'aria è secca molto, lo si vedrà sostenersi per più minuti, ed anche qualche ora; all'incontro se è molto umida, alcuni secondi solamente: anzi ove l'isolamento sia di vetro nudo, e per sorte non della migliore specie di vetro, avverrà ne' tempi e luoghi estremamente umidi, che si abbatta il pendolino del tutto in uno o due secondi, ed anche meno. Però è che truovo molto meglio, siccome per tutte le altre sperienze elettriche, così particolarmente per quelle di cui ora si tratta, d'impiegare un qualche migliore isolamento, servendomi a tal uopo di bastoni di vetro coperti di più mani di buona vernice d'ambra, o incrostatati di ottima ceralacca: ho allora il vantaggio, che anche nell'estrema umidità riman teso ossia sollevato di alcuni gradi l'elettrometro, annesso al conduttore in tal guisa isolato, per più secondi dopo ricevuta l'elettricità; ma ho da un'altra parte l'incomodo, che di troppo lunga durata è poi cotesta elettricità infusavi, ogniquale volta l'aria non è gran fatto umida, e molto più nel gran secco, sostenendosi allora dei quarti d'ora, e delle ore intiere.

Il tempo pertanto compreso tra alcuni secondi, ed una o più ore, forma in queste sperienze la *scala igrometrica*: la quale, come si vede, è di una grandissima estensione; tale anzi, che diventa sommamente incomoda e impraticabile, niuno per avventura ritrovandosi, che volesse condannarsi per una semplice prova igrometrica di questo genere ad un'osservazione sì lunga e noiosa. In oltre è d'uopo dell'arredo di una macchina elettrica, o di un buon elettroforo per ogni volta, e dovunque voglia instituirsi una simile sperienza; ciò che la rende oltre modo imbarazzante: sicchè, anche per questo, chi mai vorrebbe intraprenderne una serie? Sperienze di questa sorte, che non sono (lo confesso io medesimo) di una grandissima importanza, si tralascian piuttosto che eseguirle a costo di tanto tempo e di tanti preparativi.

È vero, riguardo al tempo, che esso può accorciarsi di molto, promovendo e sollecitando la dissipazione dell'elettricità, mercè di toccare il conduttore, che la contiene, con un altro cattivo conduttore, ma pur conduttore, cioè con un corpo mezzo tra deferente e coibente (es. gr. con una sottil canna bene stagionata, con un bastoncino di legno secco, con una striscia di cuojo, o di cartone, con una funicella o semplice filo di refe, con una corda di minugia ec.) mercè, dico, di toccare quel conduttore elettrizzato con siffatti corpi, e tenervi applicato un capo di essi mentre la mano impugna l'altro capo. Con ciò facendosi strada all'elettricità nel conduttore per trasfondersi nel suolo, comunque strada ella sia più o men difficile, se ne accelera di molto il decadimento e la dissipazione; e v'è anzi pericolo di un acceleramento troppo grande, a segno di fare svanire cotal elettricità a un tratto, se l'ambiente, e quindi i corpi semi-coibenti sopra menzionati espositivi, trovinsi più che mediocrementemente umidi.

Ad evitare per tanto siffatta perdita troppo precipitosa dell'elettricità, egli è molto spedito di tener unita al conduttore isolato una boccia di Leyden carica, sicchè abbia a scaricarsi essa pure mercè l'indicato tocco fatto col bastoncino di legno, colla striscia di cuojo, o di cartone ecc.: scarica, la quale, attesa la grande capacità di tali boccie, anche picciole, non può compiersi così ad un tratto; ma esige un tempo discreto di alcuni minuti cioè primi o secondi, giusta la natura di tali imperfetti conduttori, la loro mole sì in lunghezza che in larghezza o grossezza, e la quantità d'umido che contengono.

§ II.

In che modo scaricandosi il fluido elettrico per la via di conduttori imperfetti trascorra per essi; e quanto influisca alla maggiore o minore difficoltà e lentezza del tragitto la lunghezza, e la larghezza de' medesimi.

L'umidità è tra tutte una condizione, che moltissimo influisce alla celere o tarda trasmissione dell'elettricità; ed è quella che ci siam proposti di più diligentemente esaminare, per farne l'utile applicazione già accennata. Comechè però la maggiore o minore facilità e prontezza di un corpo non perfettamente deferente a portar via l'elettricità, onde son carichi sia un semplice conduttore metallico, sia una boccia di Leyden, in ragione del maggior o minor grado di umidità di esso imperfetto deferente, e quindi dell'ambiente cui è stato ed è attualmente esposto, costituisca l'oggetto principale delle presenti nostre ricerche, non vogliam tralasciare di osservare qualche cosa anche intorno all'altra condizione sopra indicata dalla lunghezza e grossezza di quel qualunque deferente imperfetto, che vien impiegato a dissipare gradatamente la carica elettrica.

Cominciando dunque dalla lunghezza, facilmente s'intende che quanto essa sarà maggiore, maggiore ancora, cioè più continuata riuscendo la resistenza, che incontra il fluido elettrico nello trascorrere questo più lungo tratto di strada non del tutto libera, nel penetrare da un capo all'altro un tal corpo difficilmente permeabile (che è ciò che vuol dire cattivo conduttore, deferente imperfetto), dovrà del pari essere più lungo il tempo impiegato a vincere siffatta resistenza, a superare tali maggiori ostacoli. Non per questo però dobbiam concludere con troppa fretta, che una lista di cartone, di cuojo, d'avorio, una funicella di canape, una verghetta di legno ecc. di doppia e di tripla lunghezza, ci mettano appunto un tempo doppio e triplo a sottrarre e disperdere col lor toccamento l'elettricità, di cui sia carico un conduttore, od una boccia di Leyden: l'esperienza, che sola può decidere anche qui, come in tante altre cose, mi ha fatto vedere che non ha luogo tal giusta proporzione; cioè che la lunghezza del tempo resta indietro dal calcolo, non però moltissimo. Così se una striscia di cuojo es. gr. lunga un piede porti via la carica di una boccetta di Leyden, a segno di farla cadere da 25 gradi del quadrante elettrometro a 5 gradi, in tempo di 30 secondi; un'altra simile striscia lunga il doppio, cioè due piedi, impiegherà a fare lo stesso non già il doppio di tempo, che sarebbe un minuto primo, ma notabilmente meno, cioè da 45 in 50 secondi solamente.

Molte sperienze in vero si richiederebbero, e fatte colla maggiore circospezione e accuratezza, per determinare di quanto precisamente cresca il tempo che vi vuole, acciò una data quantità e forza di elettricità venga rapita ad un conduttore, o boccia, mediante il tenervi applicata l'estremità di un dato cattivo conduttore, che tiensi per l'altra estremità in mano; per determinare, dico, di quanto precisamente cresca il tempo all'uopo richiesto, secondochè, tutte le altre cose pari, codesto imperfetto conduttore si tiene più lungo: e siccome i risultati verosimilmente varierebbero per le differenti specie di essi imperfetti conduttori, quali sono i crini e le penne (sebbene questi più alla classe de' coibenti, che a quella dei deferenti appartengano), ogni fatta di pietre, tranne le preziose (che trovansi anch'esse per lo più veri coibenti), tutti i legni, gli ossi, i cuoj, e la carta, e i fili di lino, di canape, di cotone, e l'acqua indurata in ghiaccio, e infine, eccetto solo i metalli, tutti i corpi che non sono molto inzuppati d'umido; siccome, dico, per ciascuno di questi imperfetti deferenti varierebbero probabilmente i risultati riguardo alla proporzione, onde colla rispettiva lunghezza cresce il ritardo portato alla trasmissione dell'elettricità; così richiederebbersi niente meno che una serie di sperienze per ciascheduno. Or quelle, che fino ad ora ho fatto, sebben molte siano, è ben lungi che bastino. Posso dunque dire soltanto ciò che ho raccolto in generale e all'ingrosso; ed è: che una doppia lunghezza porta un ritardo di tempo maggiore di un terzo, e sovente più (come nell'esempio

sopra recato si prolungano i 30 secondi a 45, o 50); ed una lunghezza tripla un ritardo prossimamente doppio, e piuttosto maggiore.

Venendo ora alle altre dimensioni, non così tosto per avventura giudicherassi, che una maggiore grossezza della verghetta di legno, della funicella di canape, della corda di minugia, oppure una maggiore larghezza della lista di cartone, di cuojo, d'avorio ecc. influisca cotanto a promuovere ed accelerare la dissipazione della carica elettrica, che fanno cotesti corpi col loro toccamento; e più d'uno sarà sorpreso dicendogli io (ciò che coll'esperienza può facilmente verificare) che se una listerella di balena, di cartone, od altra simile, di una data lunghezza, abbia tale grossezza e larghezza, es. gr. di un pollice, sicchè impieghi, mediante il sopra indicato contatto, 45 secondi a distruggere una data carica elettrica; adoperandosi un'altra simile listerella e dell'eguale lunghezza, ma larga il doppio, cioè due pollici, impiegherà circa un terzo meno di tempo, val a dire da 30 secondi, a fare lo stesso; e la metà solamente, ed anche meno, cioè 20 secondi all'incirca, se sia di larghezza tripla.

Anche qui è ben lungi che si possa ancora determinare con precisione la differenza, che induce la maggiore o minore grossezza e larghezza dei cattivi conduttori nel tempo che impiegano a portar via, mercè il loro toccamento, una certa dose di elettricità; e nulla ancora sono in istato di aggiugnere a ciò che ho esposto all'ingrosso: solamente farò osservare, che più assai della grossezza contribuisce al celere trascorrimento del fluido elettrico la larghezza del deferente imperfetto che si porta al contatto della boccia o d'altro corpo elettrizzato; talchè, dove una striscia di cuojo o di carta di tre pollici es. gr. in larghezza impiegherà solo la metà di tempo d'un'altra simile larga un pollice, e quindi di massa tre volte minore; una carta tripla in grossezza, ed un cuojo similmente triplo, ma dell'istessa larghezza, cioè di un sol pollice, accelereranno sibbene anch'essi la dissipazione dell'elettricità, ma non già tanto quanto la carta e il cuojo tripli in larghezza, anzi pochissimo in confronto: e così pure un cilindretto di legno, ed una cordicella a budello, oppur di canape, di doppio diametro, e quindi di massa quadrupla, non porteranno tanta differenza, che arrivi a doppio men tempo impiegato nella esaustione della data quantità di elettricità; quando parrebbe che dovessero portarla anzi maggiore tale differenza, ed affrettare la cosa di più, sendochè per una doppia celerità basta, come si è qui sopra veduto, un aumento solamente triplo di massa, se questo sia in larghezza.

La cosa, che veniamo di osservare, parmi degna di molta considerazione: poichè sebbene già si sappia, e le sperienze tutto di ci comprovino, che la capacità di contenere l'elettricità vuolsi misurare non dalla massa de' conduttori, buoni o cattivi che siano, ma dalla loro superficie, e sì dalla *superficie libera*; qui nel caso nostro non si tratta di elettricità contenuta, e diciam

così stagnante, la quale appunto nella sola superficie de' corpi vien confinata, ma di quella ch'è in attual moto, e trascorre realmente da un capo all'altro penetrando tutto l'interno de' corpi. Adunque pare che dividendosi, come le allegate sperienze evidentemente dimostrano, in molti rivi il fluido elettrico, che per tai cattivi conduttori tragitta, investendo tutte, diciam così, le fibre di essi, come altrettanti canaletti; dovrebbe la facilità sua di scorrere, e la celerità di questo suo tragitto essere in proporzione del numero di tai canaletti, e però in ragione della massa del corpo deferente. Or come va, che l'evento non corrisponde, osservando noi che viene assai più facilitata ed accelerata la trasmissione della elettricità per l'accrescimento di superficie, massime estesa in largo, che per quello della massa, assai più per la larghezza che per la grossezza? Convien dunque dire, che quel fluido elettrico, che tragitta pel cattivo conduttore, scorra più volentieri lungo essa superficie, che per l'interiore del corpo; sebbene anche per questa interna via non poco se ne trasmetta, il che è indubitato.

È, dissi, indubitato che del fluido elettrico, il quale si scarica pe' deferenti massime imperfetti, sebbene il più scorra sulla superficie di essi, pur ne trapassa anche per l'interno: in prova di che, lasciando da parte infinite altre sperienze, basta la sopra indicata delle tre listerelle di carta, le quali sovrapposte l'una all'altra e strette insieme, se non abbreviano di metà il tempo entro cui, mediante il lor toccamento, si traduce e si dissipa una data carica elettrica, come lo abbreviano di metà, ed anche più, quando si uniscano esse lateralmente filo a filo, o che è lo stesso, si prenda una sola lista della stessa carta egualmente lunga, e tre volte larga; se, dico, le tre listerelle sovrapposte e strette insieme non abbreviano fino a ridurlo a metà il tempo, che s'impiega da una sola e semplice a trasmettere una data quantità di elettricità, lo abbreviano ad ogni modo notabilmente.

Del resto le due proposizioni poco sopra avanzate, cioè che più agevolmente scorra il fluido elettrico sulla faccia de' conduttori imperfetti, che non per entro a' medesimi, e che la porzione che pur tragitta per l'interno e si divida e si dirami in quanti rivi più può, sono l'una e l'altra già da molto tempo note e dimostrate, ove si tratti di una scarica repentina e copiosa di tal fluido; e sì la seconda comprovata singolarmente dal non potersi effettuare la scarica istantanea di una boccia di Leyden, e quindi produrre la commozione, per una sottile striscia o filo d'acqua, la qual acqua si ha pure per un conduttore, se non perfetto come i metalli, passabilmente buono, e nè anche per un cilindretto della medesima grosso alcune linee, per poco che sia lungo: laddove una scarica più o meno istantanea, più o meno completa, eccitatrice della solita commozione, si ottiene dandole passaggio per una più grossa, o meglio più larga lamina d'acqua, per un più grosso cilindro, insomma per un'ampia mole della medesima. Dal che manifestamente si vede, come

una grossa piena di fluido elettrico, la quale però tragitterebbe facilissimamente e senza alcun sensibile ritardo per un filo metallico sottilissimo, trovasi invece come in angusto alveo impedita e ritardata in una lamina o cilindro d'acqua largo più linee; ma che poi scorre bastantemente libera e quasi senza ritardo per un canale assai più grosso della stessa acqua. Diciamo dunque che questo fluido elettrico allorchè è in copia non tragitta per l'acqua unito e ristretto in un sol filo; ma in più fili o rivi si divide e scomparte, quanti gliene offre l'acqua, che è sul suo passaggio. Che se ciò fa nell'acqua, la quale, dopo i metalli e certi carboni, è il miglior conduttore, quanto più lo dee fare per gli altri corpi, che sono deferenti molto più imperfetti? Abbiain già veduto che in questi si divide anche una non tanto copiosa dose di tal fluido; e vedremo ben tosto che lo fa eziandio una picciolissima.

Riguardo allo scorrere il fluido elettrico provocato alla scarica più agevolmente sulla superficie che per l'interno degli stessi imperfetti conduttori, e fin dell'acqua stessa, ciò pure si manifesta, riguardo alle grandi piene di esso fluido, dalla viva e fragorosa scintilla, che compare nelle grosse scariche, e solca la faccia de' medesimi; formata tal scintilla, come si vede, dalla maggior quantità di esso fluido (non però da tutta), che schiva di penetrare que' corpi, ancorchè deferenti discretamente buoni, come per es. le membrane fresche e succose, i legni ancor verdi, e l'acqua medesima. Ma ciò, come si è già detto, non succede che nelle grandi scariche, quando il grosso torrente di fluido elettrico, perciò appunto che è troppo grosso, trova minore ostacolo e difficoltà a scorrere rasente la superficie del corpo, smovendo e spezzando l'aria contigua, di quello ne incontri a tragittare per l'interno dello stesso corpo, il quale, in qualità di non perfetto conduttore, gli oppone una resistenza tanto appunto maggiore, quanto più copioso è esso fluido, che incalza per passare tutto ad un tratto. Quando dunque la scarica non è così grande e poderosa, o quando pure essendolo, l'imperfetto conduttore che la provoca (o forma una parte dell'arco scaricatore) eccede una competente lunghezza, non iscorgesi allora cotesto salto della scintilla sulla di lui faccia; e la scarica nulla di meno con, o senza commozione, che vuol dire più o meno pronta, si effettua, secondo cioè che quel tal corpo è più o meno deferente. Diremo pertanto che in questo caso tutto il fluido elettrico passi per l'interno del corpo, e niente sulla superficie? Non già: una buona dose anzi ne scorre sopra questa, ma diffusa e ripartita in modo, che non ispezza punto l'aria, nè la smove, ciò che al scintillare è richiesto; mentre il resto parimenti ripartito permea l'interno corpo.

Così dunque avviene nelle mie sperienze, con cui provoco la scarica non molto forte di una boccia di Leyden, o di un semplice conduttore, mercè il toccar questo o quella con un capo di una verghetta di legno, di una riga d'avorio, di una striscia di cuojo, di cartone ecc. più o meno lunghe e larghe,

e più o meno umide, delle quali tengo in mano l'altro capo: avviene cioè, che tale scarica si faccia trascorrendo il fluido elettrico in gran parte comechè invisibile sulla superficie di tali corpi, e in parte sotto e per entro; e dividendosi qui e là, quanto più può, in molti rivi: e che essa scarica si compia non già in uno o pochi impercettibili istanti, bensì in un tempo notabile di più secondi, ed eziandio di alcuni minuti primi; per essere quei corpi, qualora non trovinsi molto umidi, assai poco deferenti.

Intorno alle quali sperienze opportuno mi sembra di osservare, che se si concepisce pur facilmente con un poco di riflessione, come dovendo tragittare una copia considerabile di fluido elettrico per un corpo non molto permeabile, quali sono i conduttori imperfetti, si divide esso e scomparte, per incontrare nel totale una minore resistenza, in molti rivi; non si sarebbe per avventura creduto, nè forse io medesimo immaginato avrei e creduto, se l'esperienza non mel mostrava, che l'istesso succedesse anche ad una picciolissima quantità di questo fluido. Ma pure è così: allorquando la carica, o di un conduttore semplice, o di uno unito a qualche boccia di Leyden, è così debole, che non se ne può ottenere scintilla sensibile, bastando essa appena a vibrare di 10, o 12 gradi l'elettrometro sensibilissimo di CAVALLO, cioè a far divergere i pendolini di 5, o 6 linee; anche allora una lista di carta, di cuojo, di balena ecc. che sia più larga, o assai più grossa, ma singolarmente più larga, offre più facile e più sollecito passaggio a questa cotanto debole elettricità sicchè giunge a dissiparla in più breve tempo, di quello faccia un'altra lista in tutto il resto eguale, ma più stretta o molto più sottile. Il che mostra ad evidenza, come anche la scarsissima dose di fluido elettrico, che se ne va via in ciascuno dei molti istanti, pe' quali dura il disfacimento di così picciola elettricità, che se ne va via, dico, condotta da quell'imperfetto deferente, vi s'incammina e scorre non già ristretta ed unita in un sol filo, ma bene diffondendosi a tutta la larghezza di tal corpo, e investendone tutti quanti i fili; non altrimenti che a gran larghezza di acqua si diffonde (come abbiain veduto, e già si sapeva) un grosso torrente dello stesso fluido elettrico, per procacciarsi un più libero e pronto tragitto. Se però questo scomparto di una gran piena di fluido elettrico non cagiona punto di meraviglia, e si concepisce pur bene che così debbe avvenire; non può per lo contrario non cagionarne il vedere, come una quasi infinitamente picciola quantità dello stesso fluido, con una forza di espandersi che è appena sensibile, pur cerca anch'essa un'ampia via per tragittare, prendendo quanto più può il largo nello scorrere pe' conduttori imperfetti: la qual cosa non che essersi prima d'ora dimostrata, non si sarebbe, torno a dire, per avventura creduta.

§ III.

Sostituzione del semplice elettrometro atmosferico portatile agli altri apparati composti e voluminosi per le sperienze igrometriche indicate nel § I: e come debbasi procedere per farle nella nuova maniera.

Ritornando ora dopo questa lunga, ma non inutile digressione, all'influenza, che ha lo stato più o men umido de' corpi imperfettamente deferenti, perchè più presto, o più tardi si portin via, mediante il lor toccoamento, l'elettricità di qualsisia conduttore o boccia; e ripigliando il discorso della facile applicazione, che può farsene all'igrometria, nel modo indicato nel § 1; mi giova richiamare quello che ivi ho proposto, essere cioè se non necessario, più che spedito di far intervenire una boccia di Leyden, almen picciola; senza di che l'elettricità di un semplice conduttore, anche discretamente grande, si toglie mercè il contatto di quel qualunque imperfetto conduttore, che a tal uopo si adopera, in troppo brevi istanti, in un tempo quasi non misurabile, ove tal corpo (es. gr. legno, osso, carta, cuojo, od altro) trovisi considerabilmente umido, e molto più se, come accade talvolta, lo sia all'eccesso. Ma se per questa parte è utile che s'unisca la boccia di Leyden al conduttore isolato, il qual comunica coll'elettrometro, acciò vi si sostenga per un tempo misurabile, cioè alcuni secondi almeno, l'elettricità provocata a scaricarsi col toccoamento d'uno o dell'altro di tai deferenti anche molto umidi; divengono per un'altra parte imbarazzanti tali prove a cagione degli apparati e preparativi necessarij, mentre appunto richiedesi oltre il resto anche una boccia di Leyden.

Ho dunque pensato a far senza di tutti questi apparati, cioè di macchina elettrica o di elettroforo, di conduttore, d'isolatore, di boccia; e ad eseguire le stesse prove elettrico-igrometriche col semplice elettrometro di CAVALLO tascabile, con quel sì comodo e prezioso stromento, di cui facciam in oggi sì grand'uso, tanto per le osservazioni giornaliere intorno all'elettricità atmosferica, quanto per molte altre sperienze di elettricità artificiale. Quest'elettrometro, per poco che sia ben costruito, riceve prontamente l'elettricità da un bastone di ceralacca, il quale altronde si eccita con somma facilità mercè di stropicciarlo colla mano, con carta, contro le vesti non umide, ecc. riceve, dico, il nostro elettrometro di leggieri tanta elettricità quanta è necessaria a far divergere i suoi pendolini (sian questi semplici paglie alla mia maniera, sian listerelle di foglia d'oro alla maniera di BENNET, sian fili metallici terminanti in pallottoline di midollo di sambuco all'antica foggia di CAVALLO e di SAUSSURE) il più che diverger possono, cioè 6, 8, 10 linee, che segnano se-

condo la mia scala 12, 16, 20 gradi, e ad innalzarli anche di più, se il permette la capacità della boccetta in cui son chiusi: ricevuta la quale elettricità la conserva esso elettrometro così bene, che trovasi di non averla perduta ancor tutta a capò di parecchi minuti secondi, ancorchè stato sia lungamente, e continui a star esposto ad un'aria sommamente umida, sol che non venga visibilmente bagnato. Or se l'elettricità sostiensì, e i pendolini non giungono a cadere del tutto per più minuti secondi in un ambiente estremamente umido, che faranno in uno men umido, in uno anzi secco? È facile l'immaginare che v'impiegheranno uno, due, tre, quattro minuti primi, un quarto d'ora, ed anche una o più ore, se l'aria è secchissima, e secchissime quindi anche le pareti esterne della boccetta; e ciò è, che infatti succede.

Ma ecco di nuovo l'incomodo e il tedio di dovere star ad osservare troppo lungo tempo, per giudicare del grado di umidità dell'ambiente. Sebbene potrebbe abbreviarsi di molto questo tempo, tenendo conto di quel solo che impiegano i pendolini a discendere da uno ad un altro grado di elettricità, per esempio dai 12 ai 10 o agli 8 gradi. Ma che? facendosi così diverrebbe poi troppo breve il tempo, e quasi impercettibile qualunque volta l'ambiente si trovasse molto umido, abbassandosi allora i pendolini da 12 a 10 gradi in meno di un secondo.

In vista di ciò mi son rivolto anche pel nostro elettrometrino allo spediente già spiegato ne' precedenti § §. del tocco cioè da farsi con un conduttore imperfetto, onde affrettare l'uscita e l'estinzione dell'elettricità; mi son, dico, rivolto di nuovo a questo spediente; ma qui con miglior esito: giacchè col medesimo, anzi maggiore risparmio di tempo, ho ottenuto di lasciare una sufficiente estensione tra i due estremi di grand'umido e di gran secco, e di facilitare sommamente le osservazioni di paragone. Ho dunque provato a sollecitare la dissipazione dell'elettricità indotta nell'elettrometro, mercè di toccare il suo cappelletto o la picciola asta metallica di cui è sormontato, con un corpo il quale non fosse nè coibente nè buon conduttore, e con varj di questi cioè di legno, carta, pergamena, cuojo, avorio, penne, barbe di balena, refe, setole, crini, corde di minugia, ed altri; ed ho veduto che la debole elettricità dell'elettrometro (la quale invero altro che debole non può essere, e in niun modo scintillante) non veniva per tai tocamenti involata tutta, se non a capo di alcuni secondi; quand'anche l'ambiente, cui que' corpi stavano esposti, era umidissimo; e a capo solo di molti secondi, e d'uno, due, tre minuti primi, quand'era l'ambiente molto secco; e corrispondentemente nelle mezzane umidità: con una differenza cioè molto notevole per ogni picciola varietà ne' gradi d'umido; nel che, come si dichiarerà meglio in appresso, consiste il merito principale di queste sperienze igrometriche.

Dapprima avea provato a tener applicato al cappelletto dell'elettrometro l'uncino di una boccetta di Leyden carica quanto basta per far tendere di

10, 12 o 15 gradi i pendolini, cioè debolissimamente; e mi serviva allora per dissipare sibbene poco a poco tal piccola carica, ma non tanto lentamente, che noiosa divenisse la sperienza, mi serviva o dei conduttori men cattivi tra li qui sopra accennati, od anche degli altri, ma ridotti in verghe o lamine di discreta grossezza e larghezza, e invece assai corte: la quale grossezza e larghezza massimamente fa sì che più presto trasmettano l'elettricità, ciò che fa ancora la minore lunghezza, come abbiamo mostrato nel § 2. Avendo però trovato, che bastava armare l'elettrometro della sua asta metallica lunga due piedi o poco più, per formarne un conduttore di sufficiente capacità, e che bastava a ridurre a listerelle sottili e molto strette la carta, la pergamena, la balena, la parte cornea di una penna da scrivere ecc. perchè col loro toccamento non involassero troppo presto l'elettricità di tal elettrometro armato; fui ben contento d'aver così semplificate al maggior segno queste sperienze: per le quali si vede, che altro più non si ricerca che l'elettrometro tascabile colla sua verghetta metallica, un bastoncino di cera-spagna, ed una di cotali listerelle, lunga soltanto uno, due, o tre pollici, e larga da una a due linee.

Or acciò per ogni prova resti sempre la lunghezza medesima della listerella semicoibente che ho scelta, senza di che non potrebbero essere comparabili le sperienze, adatto a ciascuna estremità di essa listerella una sottil'unghia metallica [1]; delle quali unghie una, che fa ufficio di manichino, prendo tra due dita, e l'altra la porto a toccare il cappelletto o l'astina dell'elettrometro, e ve la tengo applicata il tempo che bisogna. Questa disposizione è anche vantaggiosa per ciò, che toglie che si tocchi colla mano il corpo medesimo semicoibente, sia penna, sia balena, sia carta, od altra materia; e che si cambj con ciò lo stato di umidità della medesima, pel calore di essa mano, per la traspirazione, ecc.

Ecco pertanto la maniera precisa, con cui fo l'esperienza. Assicuratomi che il mio elettrometro mantenga bene l'elettricità, cioè più d'un quarto d'ora dimorando in luogo discretamente asciutto, e un minuto almeno trasportato da questo luogo, o tirato fuori da tasca, ed esposto ad un ambiente il più umido che dar si possa (salvandolo solo da una pioggia che tutto lo bagni), lo elettrizzo col solito bastoncino di cera-spagna a segno, che i suoi pendolini di paglia (preferisco uno de' miei elettrometri a semplici paglie a quello di BENNET con fogliette d'oro, primieramente perchè non è bene, per le sperienze di cui si tratta, che sia troppo delicato, e con ciò suscettibile soltanto di debolissima elettricità; in secondo luogo perchè le paglie, non piegandosi come le dette fogliette, marciano con maggior precisione i gradi) elettrizzo, dico, il mio elettrometro tanto che i pendolini segnino 12 in 14 gradi, cioè le punte

[1] In *Mem. Ver.*, a questo punto, leggesi: « (come mostra la qui annessa figura) »: però la figura, ivi richiamata, manca in *Mem. Ver.*

[Nota della Comm.].

delle paglie si scostino una dall'altra 6 in 7 linee. Ciò fatto aspetto fino a che sian cadute da sè a 10 gradi giusti: allora tocco il cappelletto dell'elettrometro, o la verga metallica da cui è sormontato, col corpo semicoibente che ho scelto per queste prove, cioè colla listerella di cartone, d'osso di balena, di penna, o qual essa sia, armata delle due unghie metalliche nel modo che ho sopra descritto; o a dir più giusto fo toccare, e tengo applicata a detto cappelletto o verghetta non la listerella propriamente, ma l'unghia metallica che essa porta in cima; e sto a vedere quanti minuti secondi passano prima che i pendolini, i quali cominciano sul momento a decadere visibilmente, siansi abbattuti dai già detti 10 gradi a cui si trovano immediatamente prima di tal tocco, fino ai 2. Non aspetto che giungano a zero, perchè ci va più tempo ad estinguersi questi ultimi due gradi che per tutto il resto: e altronde è inutile; bastando per istituire il paragone la decadenza dai 10 fino ai 2 gradi.

Può farsi l'esperienza anche col semplice elettrometro non armato della verghetta metallica; ma allora essendo pochissima l'elettricità contenuta ne' soli pendolini e cappelletto, se ne va via troppo presto.

Riducendo ora in un sol punto di vista l'espressione e la teoria di queste ultime sperienze, è facile comprendere dal fin qui detto che il numero de' minuti secondi, pe' quali si sostiene l'elettricità, malgrado l'indicato tocco, debb'essere maggiore: 1.º secondo che il corpo impiegato a portar via cotesta elettricità è di sua natura meno deferente: 2.º quant'egli è maggiore in lunghezza: 3.º quanto è minore in larghezza e grossezza (giusta ciò che riguardo a tali dimensioni abbiamo mostrato nel § 2): 4.º finalmente a misura che trovasi più secco. E però, quando si determini la specie del corpo, e le sue dimensioni, resta per elemento variabile la sola umidità; e puossi per conseguenza giudicare dei gradi di questa dalla durata dell'elettricità nell'elettrometro, che viene col dato corpo toccato.

Quanto alle varie specie di corpi, moltissimi sono quelli, che ho sperimentati a questo intento; e non pochi mi han promesso sulle prime buona riuscita. Ho posti dunque al cimento tagliuoli di legno, paglie, e foglie secche, fili, e stoffe di lino, di canapa, di cotone, di lana, carta comune da scrivere, carta sciugante, e d'ogni altra qualità; varie membrane, e cuoj e pergamene; corde a budello, setole, crini; ossi, unghie, corni, avorio, testuggine, balena, penne: ma qual per uno, qual per altro inconveniente ho abbandonati quasi tutti questi corpi; e ristretto mi sono ormai a tre o quattro soli, cioè la pergamena sottile, l'osso di balena, l'avorio, e la parte cornea e lucida delle penne; tra' quali non sono ancor deciso a cui dare la preferenza. Varj, come i legni e le paglie, i fili di lino ecc. molte membrane e cuoj, quasi tutti gli ossi, la carta, li ho rifiutati, perchè divenivano troppo deferenti per un umido, che s'accostava al massimo, a segno che involavano tutta l'elettricità dell'elettrometro in meno d'un minuto secondo, quando l'igrometro a capello di SAUS-

SURE mancava ancora di alcuni gradi dal giungere ai 100, che è il punto che indica l'umidità estrema, quella es. gr. della nebbia. Alcuni altri, e sono le setole e i crini, li ho rigettati per un difetto tutto opposto, e voglio dire perchè divenivano quasi intieramente coibenti ad un secco di 25, 30 gradi, o poco più, dell'istesso igrometro, quando cioè discende a soli 75, 70 o 68 gradi della sua scala: il qual secco, sebben avvenga di raro naturalmente in luogo coperto dal sole (ove debbesi consultare ogni igrometro, per giudicare dell'umido dell'ambiente; non mai al sole, che riscaldando la sostanza igrometrica verrebbe a disseccarla assai più dell'aria, che la circonda), pure qualche volta si osserva, ed anche maggiore. Ve n'ha pure tra i summentovati corpi, che vanno soggetti all'uno e all'altro di questi opposti difetti, che sono cioè troppo buoni conduttori per un umido estremo o quasi, e troppo coibenti per un secco alquanto più che mediocre; di tal indole è la carta, la quale inoltre è soggetta a variare nel grado di conducibilità indipendentemente dall'umido, divenendo sudicia, o in altro modo alterandosi; nè va esente da siffatti incomodi la pergamena, che abbandonerò forse anch'essa, riducendomi da ultimo all'osso di balena, o alla parte cornea delle penne, e all'avorio: dei quali corpi, altronde più consistenti, e di natura durevolissimi, e che, quando occorra, lavare si possono per renderli netti e mondi, prendendo delle listerelle sottili larghe da una in due linee, e lunghe da uno a tre pollici, secondo che sperimentando trovassi convenire; queste quand'anche si tengano esposte lungamente ad un'aria umida all'estremo, alla nebbia ecc. schivando soltanto di bagnarle, non avverrà che spoglino mai l'elettrometro di tutta l'elettricità, nè che ve la faccian cadere dai 10 ai 2 gradi, come vogliamo, più presto di un minuto secondo, o mezzo almeno, e d'altra parte esposte le stesse listerelle all'aria più secca, che naturalmente dar si possa (ben inteso all'ombra), a un secco, in cui l'igrometro di SAUSSURE segni 60 gradi, ed anche meno, non si comporteranno già a guisa di assoluti coibenti, ma più deferenti ancora che coibenti verranno a capo di dissipare l'elettricità dell'elettrometro in due o tre minuti primi al più: durata sopportabile, e che non rende l'osservazione troppo noiosa.

L'avvertenza di non esporre al sole la listerella di balena od altra qualunque di cui ci vogliam servire, che altrimenti riscaldandosi si asciugherebbe di soverchio, e diverrebbe molto più secca dell'ambiente, è, come si comprende, della massima importanza. Quando dunque vogliasi far prova dell'umidità non sol dell'aria chiusa di una stanza, ma anche dell'esterna, si esponga la listerella fuori della finestra, e vi si lasci per alcuni minuti, badando che non vi dia il sole, e non vi sia dato dianzi in modo, che il sasso, od altro su cui vien essa posata, siasi notabilmente riscaldato.

All'istesso modo, che vuol guardarsi la listerella dal sole, debbesi difendere anche dalla pioggia, ricercandosi che sia umida quanto l'aria, ma non

bagnata ed inzuppata. Si copra essa dunque convenientemente fuori dell'istessa finestra quando il tempo è piovoso, in guisa cioè che abbia libero il contatto dell'aria, ma nè goccia, nè spruzzo alcuno vi cada sopra.

L'esperienza igrometrica poi può farsi o fuori della stessa finestra, o dentro nella stanza. Se dentro, convien perdere men tempo che sia possibile, acciò la listerella ritenga il grado d'umido contratto all'aperto. Se fuori, conviene ancora, qualora l'aria si trovi estremamente umida, far presto cioè non lasciare esposto l'elettrometro troppo lungamente, nè il bastone di cera-spagna a tal umidità estrema; poichè questo allora difficilmente si potrebbe con istropicciarlo elettrizzare quanto conviene, e quello pure difficilmente prenderebbe i 10 o 12 gradi richiesti di elettricità, e presi perderebbero in pochi istanti, anche senza il tocco della listerella; onde equivoca e mancante riuscirebbe l'esperienza. Da ciò si comprende, che neppure nelle stanze umidissime hanno a rimanere per giorni ed ore l'elettrometro e il bastone di cera-spagna, ma riposti devono tenersi in qualche altro luogo discretamente asciutto; e di là poi devon prendersi l'uno e l'altro, o cavare allora di tasca, qualunque volta occorre di esplorare l'umidità estrema o quasi di un'aria tanto libera, che chiusa.

Tralascio altre piccole avvertenze, che si presenteranno da sè a chiunque vorrà applicarsi a queste prove; le quali sembran potranno cose da nulla ai poco intelligenti, ma a chi ama d'internarsi nelle materie, non men dilettevoli che istruttive riusciranno.

§ IV.

Confronto delle nostre prove igrometriche cogli altri igrometri, singolarmente con quello di SAUSSURE: estensione della scala di graduazione in cotali prove: e come, e fino a qual segno può anche il nostro divenire un igrometro comparabile.

Comechè le sperienze sin qui descritte, oltre all'essere curiose, abbiano la loro utilità; non pretendo io già che questa nuova maniera di esplorar l'umido di diversi luoghi e tempi debba generalmente preferirsi alle osservazioni de' migliori igrometri, quali sono quelli di SAUSSURE e di DELUC, molto sensibili, e che più importa, comparabili. Sosterrò solo, che possono non di rado supplire a questi; e che ci offrono a certi riguardi qualche considerabile vantaggio sopra di essi, quantunque rimangano soggette tali nostre prove ad altri svantaggi e imperfezioni. Di questi vantaggi e svantaggi vengo ora a ragionare, e a porli più che posso in chiaro.

Il vantaggio principale, e il pregio più grande che ottengono le nostre

sperienze, in cui facciam servire da igrometro l'elettrometro tascabile nel modo descritto nel § precedente, consiste nella grandissima estensione che si viene a dare alla scala igrometrica; cioè nel gran numero di gradi facilmente marcabili tra il termine di umidità estrema e un secco, che, se non è il massimo a cui giunger può l'arte, e neppure il più grande che dar si possa naturalmente, è però tale che ben rare volte s'incontra all'aperto, e nelle stanze non mai, o quasi mai: parlo di quel secco, che fa discendere l'igrometro a capello di SAUSSURE dai 100 gradi, termine dell'umidità estrema, circa 40 gradi, cioè fin verso i 60. Ora qual è l'estensione, che abbiamo nelle nostre prove coll'elettrometro per tale mutazione nell'umido di 40 gradi? Quale cioè la differenza del tempo, che s'impiega a far cadere l'elettricità di cotesto elettrometro, mediante il conveniente tocco della listerella semicoibente ecc. da 10 gradi a 2, siccome abbiamo prescritto? Grande oltre ogni credere; mentre va da un secondo, o mezzo secondo, a due o tre minuti primi, ed anche più. Se dunque contisi anche un sol grado per minuto secondo, ecco 150, ecco 200 gradi corrispondenti a 40 dell'igrometro di SAUSSURE, dal che si vede che tante minime mutazioni d'umido, le quali riescono insensibili, ovver minori di un grado nel detto igrometro, divengono oltre a un grado e due sensibili alle nostre prove, in cui è sì facile distinguere, e noverare i secondi.

È dico agevol cosa noverare e distinguere i secondi: ed anzi marcabilissimi riescono i mezzi e i quarti di secondo, ed altre più piccole frazioni; laddove non son molto distinguibili i quarti di grado nell'igrometro di SAUSSURE. Ho provato molte volte, ed ognuno può provare, che in un minuto secondo si possono proferire distintamente, ove contisi con celerità, i numeri uno, due, tre, quattro, cinque, sei; e contando nè così presto nè troppo adagio, si arriva comodamente al cinque; e al quattro solamente, se si conta con posatezza: le differenze, che nascer possono son picciola cosa, e possono in molti casi trascurarsi. Io poi ho fatto l'abito di contare da uno fino a dieci in due secondi esattamente: ciò che mi risparmia in molte osservazioni, e segnatamente in quelle di cui ora si tratta, di consultar sempre l'orologio a secondi.

Se pertanto anche ad un umido estremo, all'umido es. gr. della nebbia e dell'aria rugiadosa, a quello che fa andare l'igrometro di SAUSSURE a 100 gradi, cui non oltrepassa mai, io ho ancora nelle mie prove un minuto secondo pel tempo che tarda a cadere l'elettricità dell'elettrometro tentato col solito tocco ecc. dai 10 gradi ai 2: ecco un altro vantaggio, che s'aggiunge a quello della grande estensione, che abbiamo dal termine di tal umidità di 100 gradi fin ai 60 della detta scala di SAUSSURE: questo nuovo vantaggio consiste in ciò, che si fa luogo a dinotare qualche cosa più in sù dell'umido estremo segnato in tal igrometro. Infatti ove la mia listerella d'avorio, di penna, o di balena divenga, non che umida all'estremo, ma alquanto bagnata,

porterà via l'elettricità dell'elettrometro in meno di un secondo, ma pure mi lascerà il tempo di contare quando fino a quattro, quando fino a tre, e quando fino a due, secondo che sarà più bagnata; e solo ove sia bagnatissima farà cadere a un tratto i pendolini in un tempo sì corto e indiscernibile (come un quarto, un sesto, un ottavo di secondo), che sembrerà un istante.

Ma che? Se anche allora che questi cadono, o sembran cadere all'istante, osservar possiamo qualche gradazione. A quest'effetto basta in luogo di applicare la listerella semicoibente al cappelletto, o alla picciol asta ond'è guernito l'elettrometro, farvela toccare soltanto di volo, e darvi con quella delle percosse, in guisa che piegandosi essa listerella, mentre colla punta solamente della sua unghia metallica colpisce detta asta, ne sfugga rapidamente il contatto. In questo modo avverrà, che si possano ripetere 8, 10, 15 di tali schiaffi ossia colpi celeremente vibrati prima che decada l'elettricità dell'elettrometro dai soliti 10 gradi ai 2, ancorchè la listerella, che s'adopera, per l'estremo umido dell'ambiente cui fu esposta, anzi per vera bagnatura, sia atta a distruggere tale elettricità in meno d'un mezzo secondo, se invece di percuotere con essa così alla sfuggita, si tiene al consueto modo applicata al cappello od asta dell'elettrometro.

Veduto come, e quanto le nostre prove igrometriche coll'elettrometro vanno più in là di ciò che segna l'igrometro a capello, per quel che riguarda l'umido estremo; giacchè indicano al di più varj gradi di *bagnato*, che tal igrometro non dimostra punto; passiamo ora a vedere fin dove arrivano riguardo al secco. Per verità quì restano molto addietro dal termine a cui giunge l'igrometro di SAUSSURE, e di DELUC, vuo' dire da quel secco estremo procurato coll'arte, d'onde comincia la loro scala di umidità, e ch'è segnato zero. Ho indicato sopra, che le mie prove s'estendono molto comodamente, ed offrono una assai grande scala dalla umidità estrema fino a quella segnata 60 gradi circa nell'igrometro di SAUSSURE: or dirò, che poco più sotto può prolungarsi tale scala, cioè fino a 50 o 45 al più; giacchè divenendo per un secco maggiore di questo coibente del tutto o quasi, la solita listerella di penna, d'avorio, o di balena, più non vale a portar via l'elettricità dall'elettrometro, onde ve la lascia sussistere e dieci, e venti minuti primi, e qualche ora, se occorre: anzi anche allora, che l'igrometro suddetto segna soltanto 45 o 50 gradi divien noiosa di molto l'esperienza coll'elettrometro, stantechè vi si sostiene l'elettricità malgrado il solito toccamento 4, 5, 6 minuti primi: il che è troppo per chi appena può tollerarne 2, o 3.

Siccome però un sì gran secco, che faccia discendere l'igrometro a capello sotto i 45 gradi, ed anche solo sotto i 50, non si osserva mai, o quasi mai naturalmente, potendosi solo produrre coll'arte in vasi chiusi per mezzo della calce viva, dell'alcali vegetale, e di altri sali deliquescenti; così non dee considerarsi per un gran difetto che le nostre prove igrometriche coll'elettrometro

arrivino a stento fino ai 45 o 40 gradi, di tal igrometro, e non passino più innanzi. Che poi, se con altro artificio potessimo giungere, servendoci sempre del nostro elettrometro, a misurare un secco ancor molto maggiore, come infatti il possiamo, e mostrerollo in appresso?

Intanto però, dirassi, gli elettrometri di SAUSSURE e di DELUC hanno due punti fissi, su cui regolare la loro scala di graduazione, cioè l'umidità estrema che segnano 100 e il secco estremo, non già naturale, che impossibile sarebbe di determinare, ma artificiale, notato 0: con che ottengono un igrometro *comparabile*. Ma come regoleremo noi la nostra graduazione per le sperienze igrometriche coll'elettrometro, mancandoci uno di questi punti fissi, cioè quello del secco estremo, e solo determinar potendo l'altro dell'umidità estrema? E come otterremo la comparabilità?

Qui altro mezzo non ho trovato che di regolare le sperienze sopra uno di quelli igrometri che sono appunto comparabili. Adunque prendendo per campione l'igrometro a capello di SAUSSURE, riduco la mia listerella semicobente, di cui voglio servirmi per portar via l'elettricità dal mio elettrometro, la riduco a tali dimensioni, onde impieghi 30 secondi giusti a far cadere i pendolini dai 10 ai 2 gradi, quando e dove il detto igrometro segna 80 gradi, che è un'umidità mezzana. Da principio riduceva la listerella a tali dimensioni, che per quella temperatura umida di 80 gradi impiegasse sol 10, o 15 secondi a portar via dall'elettrometro quella tal dose di elettricità, e mi riusciva bene quand'era l'aria più secca, ed anche quand'era più umida, ma non molto oltre i 90 gradi: allora però che l'umido dell'ambiente passava i 93 o 94 gradi, era sì breve il tempo della sperienza, che diveniva pressochè insensibile; giacchè non durava il solito tocco un secondo, e neppure un mezzo secondo, e colla mia maniera già indicata di contare uno, due, tre, quattro, ecc. non arrivava a due o tre, che già eran caduti intieramente i pendolini dell'elettrometro. Vidi dunque, che conveniva servirsi di una listerella più lunga e più sottile, tanto che impiegasse un po' più di tempo a spogliare l'elettrometro della data dose di elettricità; v'impiegasse cioè alcuni minuti secondi anche per un umido di 95, o 96 gradi, e per quello di 98 e 100 un secondo e mezzo almeno, il che appunto si ottiene qualora essa listerella sia tale, che per l'umido di 80 gradi impieghi poco più poco meno 30 secondi. Potrebbe anche scegliersi lunga e stretta tanto che impiegasse più d'un minuto secondo, e più di due nell'umido quasi estremo di 97, o 98 gradi; il che renderebbe molto più sensibili le picciole mutazioni verso questo estremo, ossia verso i 100 gradi: ma come durerebbe allora la sperienza più di 30 secondi per la mediocre umidità di 80 gradi, e più di un minuto primo, o di due quando l'igrometro segna solo 40 gradi, e più di tre, di quattro, per un secco di sei che lo fa discendere a 60, 55, 50 gradi; ed essendo che questa troppo lunga durata riesce di molta noja, torna meglio, per non incorrere in simile inconveniente, rinunciare ad

una parte del sopra indicato vantaggio, e prendere un termine di mezzo. Questo termine dunque io ho preso scegliendo tra gli altri conduttori più o meno imperfetti l'avorio, l'osso di balena, la parte cornea delle penne, oppur anche la pergamena, per farne la listerella da adoprare nelle mie sperienze elettrico-igrometriche, e riducendola a tali dimensioni, che per l'umido di 80 gradi dell'igrometro di SAUSSURE, che si può dire l'umidità mezzana, impieghi 30 secondi mercè di tenerla applicata all'asta dell'elettrometro, a farne cadere l'elettricità dai 10 gradi ai 2. Così disposte trovandosi le cose, le mie prove anche pel maggior secco naturale non durano mai più di 150 secondi, o al più 3 minuti primi: e d'altra parte per l'umido massimo durano ancora circa un minuto secondo; o almen tanto da poter contare alla mia maniera uno, due, tre.

Ma è egli poi facile di ridurre la listerella, che si è scielta, a tale stato, che faccia durare la prova 30 secondi giusti per quell'umido che tiene l'igrometro di SAUSSURE a 80 gradi? Anzi facilissimo, sol che si proceda colla debita attenzione e pazienza nei reiterati tentativi, che convien fare. Comincisi dunque a tagliar fuori cotesta listerella d'avorio, di penna, o di balena larga due linee circa, e lunga tre o quattro pollici; e cogliendo il tempo, che l'anzidetto igrometro segni li prefissi 80 gradi, si faccia di tal listerella la prova: impiega ella a distruggere col suo tocco l'elettricità di esso elettrometro dai 10 gradi ai 2 più tempo dei 30 secondi che vogliamo? Si accorci allora troncadone un pezzo, e si riprovi: se scorgesi che metta ancor troppo tempo, si torni ad accorciare, e ciò a più riprese, finchè si trovi che vada bene. Che se avviene, per aver oltrepassato un poco il limite nell'accorciarla, il contrario cioè che in meno dei 30 secondi porti via quella listerella l'indicata dose d'elettricità dall'elettrometro, si ritagli in guisa che divenga più stretta: con che otterrassi (giusta quanto si è mostrato nel § 2) maggior ritardo nel trapasso dell'elettricità. Per tal modo ritagliando la nostra listerella or nella lunghezza or nella larghezza, e poco per volta si arriva, mercè di molta pazienza, come avvisato già abbiamo, ad ottenere il giusto punto, cioè che per 80 gradi di umido dell'igrometro di SAUSSURE faccia ella cadere l'elettricità dell'elettrometro, guernito del suo piccolo conduttore od asta metallica, da 10 gradi a 2 nel tempo di 30 secondi esattamente.

Or ecco come diventa anche il mio un igrometro fino ad un certo segno comparabile. Tosto che io l'ho ridotto a darmi giusto 30 secondi per 80 gradi dell'igrometro di SAUSSURE; è pur forza che mi dia sempre un dato numero di secondi di più, e un dato numero di meno, per un dato numero di gradi al di sotto, e al di sopra di quelli 80. Invero è cosa molto penosa e difficile il determinare quanti secondi corrispondano a ciascun grado dell'igrometro di SAUSSURE (che facciam servire per termine di paragone) dai 100 fino ai 60 e più basso ancora: cioè quanti secondi impieghi la nostra listerella a far cadere

l'elettricità dell'elettrometro da essa toccato, per l'umido di 99 gradi, poi di 98, di 97 e via discorrendo. Ma fatto ciò una volta con accuratezza, e trovato con reiterare le sperienze, che si abbiano i medesimi riscontri, può formarsi una tavola di rapporto, in cui ciascuna delle nostre prove elettrico-igrometriche ci dia il grado corrispondente dell'igrometro di SAUSSURE. Qualora poi non vogliasi che un presso a poco, potrà bastare di determinare coll'esperienza il numero de' minuti secondi per ogni 5 gradi di detto igrometro; e si potrebbe anche esser contenti di limitarsi tra i 100 e i 70 gradi, nell'intervallo de' quali sogliono accadere le mutazioni nell'umidità dell'aria; rarissimo essendo il secco che faccia discendere più abbasso l'igrometro medesimo.

Mi si domanderà s'io ho già fatte queste prove, e costrutta l'indicata tavola. Al che risponderò, che delle prove ne ho fatte moltissime; ma con diversi semicoibenti o conduttori più o meno imperfetti, ad oggetto di scegliere il migliore, e con dare alle listerelle formatene maggiore o minore lunghezza, maggiore o minore sottigliezza, onde vedere quanto più lentamente o meno involassero l'elettricità all'elettrometro: variando nel qual modo le sperienze poco ancora mi son fermato alle listerelle d'avorio, di balena, e di penna, ridotte giusto a tali dimensioni, che facciano cadere l'elettricità del mio elettrometro a paglie dai 10 gradi ai 2 in 30 secondi precisi per quell'umidità, che è segnata 80 gradi nell'igrometro a capello di SAUSSURE: tanto solo cioè mi ci son fermato, quanto vi voleva per assicurarmi che cotal disposizione della listerella lasciando luogo alle prove dei gradi estremi d'umido, non rende quelle di un gran secco, ed anche del massimo naturale, soverchiamente lunghe e noiose, come ho sopra mostrato. Ho intanto confrontato varj termini intermedj; ma non già tutti i gradi tra i 100 e i 70 o 60 dell'igrometro di SAUSSURE: anzi non l'ho fatto neppure di cinque in cinque compitamente. A questo travaglio, ch'esige maggior comodo e tempo, mi propongo d'applicarmi quanto prima: esso è tale del resto, che ora che son posti i fondamenti, ognuno può farlo da sè.

Resta però a vedere, se prendendo diverse listerelle e riducendo ciascuna a tal lunghezza e sottigliezza, che all'umido di 80 gradi abbian tutte bisogno di 30 secondi giusti per portar via col lor tocco tanta elettricità all'elettrometro, da farne cadere i pendolini da' 10 gradi a' 2 come ho fissato, resta, dico, a vedere, se tutte poi cammineranno di paro per tutti gli altri gradi di maggiore o minore umidità; se impiegando una es. gr. 4 secondi per l'umido di 95 gradi, e 50 secondi per quello di 75 gradi, tutte le altre faranno lo stesso, e si corrisponderanno esattamente; oppure se discorderanno, impiegando chi 3 chi 4 chi 5 secondi per lo stesso umido di 95 gradi; chi 40, chi 50, chi 60 secondi ecc. per quello di 75 gradi. Se questa o simil altra discordanza avesse luogo, è facile comprendere che, comunque riuscissero comparabili coll'igrometro di SAUSSURE le prove elettrico-igrometriche fatte con questa o con

quella determinata listerella, già non sarebbero comparabili fra di loro le prove dell'una con quelle dell'altra; e che converrebbe far una tavola di rapporto per ciascuna: converrebbe che chiunque vuol seguire tali sperienze, facesse con quella listerella, ch'egli si è preparata, le prove confrontate a tutti i gradi uno per uno, o almen di 5 in 5 dell'igrometro che serve di campione, e sopra queste cotrutta la sua tavola si servisse in seguito sempre dell'istessa listerella; poichè mutandola, ancorchè combinasse la nuova colla prima nel dare i 30 secondi richiesti per 80 gradi dell'igrometro di SAUSSURE, come poi potrebbe accertarsi dell'accordo per tutti gli altri gradi, se una non serve di norma certa per l'altra?

Ma quanto il dubbio di tali discordanze ed anomalie sembra fondato e sulla ragione e sull'esperienza pe' corpi di diversa indole e natura, altrettanto pare che debba escludersi pe' corpi della stessa specie. Se dunque ci atterremo o al solo avorio o alla sola balena, non v'è ragione di credere che le piccole accidentali differenze tra avorio ed avorio, tra osso ed osso di balena indur ne debbano una così notevole, da progredire due di queste affatto discordemente nella conducibilità pe' varj gradi d'umido superiori ed inferiori agli 80, quando sono stati ridotti a coincidere esattamente per questo termine medio di naturale umidità. È ben vero che l'esperienza mi ha fatto vedere, che due listerelle di balena, le quali pareano egualissime, e così due d'avorio affatto simili in apparenza, differivano notabilissimamente una dall'altra nella virtù di condurre l'elettricità, tal che conveniva dare a questa assai maggiore lunghezza o assai maggiore sottigliezza, che a quella, acciò impiegassero ambedue l'istesso tempo a portar via egual dose di elettricità: ma quando finalmente a questa differenza si è rimediato col compenso giusto delle rispettive dimensioni, quando son ridotte le due listerelle della stessa materia al segno, che sì l'una che l'altra, coll'istessa umidità di 80 gradi, fa cadere i pendolini dell'elettrometro da 10 gradi a 2 in un tempo eguale, cioè di 30 secondi, non si vede perchè non debbano anche per ogn'altro grado di umidità fare gli stessi passi ambedue, e mantenere un perfetto accordo. Del rimanente convenendo che son queste semplici conghietture, mi riservo a decidere colla speranza, che non ho ancora abbastanza consultata su tal punto.

Ma dato anche, che per niun modo potesse ottenersi un'esatta comparabilità nelle nostre prove elettrico-igrometriche, dovrà dirsi perciò che a nulla esse valgano? E non basta per accordar loro qualche pregio, che ci indichino chiaramente le più piccole differenze di umidità dell'ambiente, quelle fin anche, che non sono marcabili dal sensibilissimo igrometro a capello? Or egli è così infatti: e basta richiamarci, che per un grado di questo, ed anche meno, le nostre prove ci presentano la differenza di più di un minuto secondo, divisibile facilmente in cinque o sei tempi: basta dire, che da una stanza all'altra, anzi da un angolo all'altro dell'istessa stanza, si nota da noi non di

rado la differenza di più secondi: infine, che va la differenza da un secondo a più di 100 per non più di 25 o 30 gradi dell'igrometro di SAUSSURE, dai 98 cioè o dai 100 ai 75, 73 o 70. In una sì grande estensione pertanto della nostra scala può giudicarsi convenientemente delle differenze nell'umido dell'ambiente, ancorchè manchi quell'esatta comparabilità, che pur si desidererebbe.

E giacchè son venuto a parlare delle differenze d'umido nelle stanze, non voglio lasciar di dire, che in queste prove singolarmente riesce bene il mio processo, quantunque riesca non male eziandio per esplorar l'umido e il secco dell'aria aperta. La ragione è che nelle stanze non suol variare l'umido, che dai 95 ai 75 o al più 70 gradi dell'igrometro di SAUSSURE; entro ai quali limiti l'osso di balena, la penna, l'avorio (siccome ancora la pergamena, la carta, ed altri corpi, se di questi uno voglia servirsi) non diventano nè troppo conduttori, nè troppo coibenti; onde non è mai che la listerella che si è scielta e preparata di conveniente lunghezza e larghezza impieghi nè meno di 2 o 3 secondi, nè più di 50 o 60 per far cadere i pendolini del mio elettrometro a paglie sottili da 10 gradi a 2. All'aria aperta all'incontro va non di rado l'igrometro a 98 ed anche 100 gradi, termine dell'umidità estrema; nel qual caso la nostra listerella ruba tutta l'elettricità dell'elettrometro in un secondo, o meno (supposto che rubi, come si richiede, in 30 secondi i soliti 8 gradi, da 10 cioè a 2): il che non è sì facile a farsi con precisione; onde per meglio misurare siffatto umido è d'uopo ricorrere allo spediente più sopra descritto, che è di toccar di fuga replicatamente con essa listerella l'asta dell'elettrometro, e noverarne i colpi.

In quella maniera che all'aria aperta l'igrometro va sovente fino al termine dell'umidità estrema, ciò che non suol fare nelle stanze; discende anche talvolta sotto i 70 gradi, a 65, 60, e, sebben rarissime volte, se pur non s'espunga al sole, anche a meno: pe' quali secchi la listerella semicoibente qualunque sia fa così male l'ufficio di conduttore, che lascia passare più di 100 e di 200 secondi, prima d'involare all'elettrometro, col toccarne il cappello o l'asta, e starvi al modo solito applicata, l'elettricità dai 10 agli 8 gradi: il che rende, come più d'una volta si è accennato, troppo tediosa l'osservazione.

§ V.

Altra nuova maniera di prove igrometriche coll'istesso elettrometro portatile, allorchè un gran secco rende o troppo incomode, o impraticabili quelle alla maniera già descritta.

Allorquando avviene che tutti, o quasi tutti que' corpi, i quali nello stato ordinario ci si mostrano imperfetti conduttori, o mezzo tra deferenti e coibenti, e che perciò io chiamo semi-coibenti, diventino per un secco straordi-

nario quasi coibenti del tutto; nel qual caso le sperienze igrometriche alla maniera sopra descritta riescono o troppo noiose e incommode, od anche affatto impraticabili; allora convien ricorrere ad altro spediente, per arrivar a conoscere e distinguere i gradi di questa secchezza: ed ecco quello che mi è suggerito, non dipartendomi dal caro mio elettrometro.

Prendo una riga d'avorio, o meglio una striscia di pergamena, larga da uno a due pollici, e lunga otto o dieci (se è di più, tanto meglio); questa strofinata bene con due dita, o altrimenti, con che, per ritrovarsi appunto secca, facilmente si elettrizza, la presento al cappello, o all'asta dell'elettrometro, senza farvela toccare; e sto osservando, e notando per quanto tempo dura in essa striscia l'eccitatavi elettricità, e si fa sentire all'elettrometro; cioè per quanti secondi, presente quella, stanno aperti i di lui pendolini. Comunemente una buona pergamena monda e netta comincia a far dar segni all'elettrometro nostro, strofinata come s'è detto, ove l'ambiente cui è esposta segni 80 gradi all'igrometro di SAUSSURE: ma questi segni si riducono ad un cenno di aprirsi e scostarsi, o ad una divergenza sibbene di più gradi dei pendolini, ma passeggera e istantanea; per aver anche la quale convien tenere la striscia di pergamena parallela all'asta dell'elettrometro, e distante sol due o tre pollici, nel tempo stesso che si scorre giù rapidamente colle due dita, con cui si stringe e strofina. Se si stropiccia tenendola più lontana, e si presenta dopo all'elettrometro, anche colla maggiore celerità possibile, non si han segni di elettricità, che già è svanita: essa, dico, è svanita, e non si han segni adoperando così, quando l'ambiente è troppo umido, o lo è anche sol mediocrementemente, e fin se comincia sotto dell'umidità mezzana a dominare il secco, quando cioè l'igrometro di SAUSSURE segna 80 gradi, oppur solo 75 e 74. Più sotto verso i 72 o 70 gradi comincia l'elettricità della pergamena stropicciata a sostenersi; e quindi a fare star divergenti i pendolini dell'elettrometro qualche secondo; e infine molti secondi, e sempre più a misura che l'igrometro dinota maggiore secchezza.

Non debbo qui tralasciar di dire, che, invece della striscia di pergamena, serve pur anche bene una di carta comune da scrivere; col solo divario, che questa non comincia a dar segno neppure dell'elettricità *momentanea*, di quella intendo, che fa alcun poco oscillare i pendolini all'atto stesso che si strofina la striscia davanti l'asta dell'elettrometro; non comincia, dico, a dar segno, se non per un secco, che porti l'igrometro di SAUSSURE verso i 70 gradi; e non comincia poi a dare segni più o meno durevoli, tali cioè, che facciansi sentire ai detti pendolini pel tempo di alcuni secondi, se non varj gradi più sotto, vale a dire per un secco assai più grande, e che mai o quasi mai accade naturalmente. Gli è perciò, e perchè la carta è più soggetta a rompersi e a guastarsi, che preferisco la pergamena: quale preferisco anche al feltro, al panno, e ad altre stoffe, che possono sibbene servire, ma che son soggette ad alterarsi in più maniere.

Ma sia la pergamena, o qualunque altro semicoibente, che si prescelga per tali sperienze, ecco in queste un altro genere di prove elettrico-igrometriche, di cui valer ci possiamo ne' tempi e luoghi, in cui domina tale secchezza, che male riuscirebbero le prove, o il tedio ci apporterebbero di una lunghissima durata, tenendoci all'altro metodo, che abbiám sopra ampiamente descritto. Il nuovo che or qui proponiamo, e che è riservato ai secchi straordinarj, cominciando dai 70 gradi circa dell'igrometro di SAUSSURE, non saprei dire ancora fino a qual segno di secchezza possa giungere: certo è però, che secco naturale non si dà, a cui non giunga e l'oltrepassi; sicchè può servire eziandio, se non pel massimo secco artificiale, per molti gradi che vi s'accostano, e che rendono non sol l'osso di balena, la penna, l'avorio, la pergamena, la carta, ma ogn'altro conduttore imperfetto, o semicoibente, coibente perfetto.

Ciò basti per ora di questa nuova maniera; che abbiám fatto poco più che indicare; e che a miglior occasione forse spiegheremo più ampiamente, ed estenderemo ad altre applicazioni.

XCIV.

LETTERE

DI

ALESSANDRO VOLTA

AL DOTT.

PIETRO ANTONIO BONDIOLI

SULL'AURORA BOREALE

XCIV (A).

SOPRA L'AURORA BOREALE

LETTERA AL DOTT.

PIETRO ANTONIO BONDIOLI

LETTERA PRIMA.

1791.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Giorn., T. I, 1792, pg. 66.
Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 425.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: E 16; E 17; F 46.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: dal contesto la lettera risulta scritta nella seconda metà del 1791.

Br. Giorn.: è una lettera scritta al Bondioli nella seconda metà del 1791, pubblicata in Br. Giorn., nel 1792, ed indi in Ant. Coll., nel 1816.

E 17: è una minuta autografa della lettera pubblicata in Br. Giorn., colla quale concorda, salvo variazioni e più ampi sviluppi presentati da Br. Giorn. in confronto di pg. 7 di E 17.

E 16: è una minuta autografa, sullo stesso argomento, precedente ad E 17. La seconda parte di E 16 presenta degli svolgimenti che non compaiono in E 17: questa parte è assorbita da E 18, che si pubblica nel Numero successivo.

F 46: è la lettera del Bondioli al V., in data 2 giugno 1791, richiamata nella introduzione della « Lettera prima » Br. Giorn.

LETTERA PRIMA

Ricevetti l'obbligantissima Lettera di V. S. Ill. con varj esemplari dell'eccellente sua Dissertazione sull'Aurora Boreale verso la fine di Giugno di quest'anno (a), quando io stava in procinto di partire da Pavia per un piccolo giro nello Stato Veneto, d'onde non è molto che fui di ritorno a Milano, e quindi a Como mia Patria, ove penso di godere il resto delle vacanze. Ecco la principal ragione, per cui ho differito tanto a risponderle, ed a ringraziarla, come si conviene, sì del dono, che dell'onore fattomi.

Non posso spiegarle quanto piacere m'abbia cagionato la lettura di questa sua bellissima produzione, massime veggendo che V. S. Ill. adotta i miei principj sull'origine dell'Elettricità atmosferica, e conviene meco in tutto e per tutto nell'applicazione de' medesimi. Tanto Ella dichiara, o poco meno, nella favoritissima sua lettera, dicendo che da me riconosce il fondamento delle idee, che le son nate. Se non che sembrerebbe voler dire con ciò, che i principj sono ben miei, ma l'applicazione tutta sua, o in gran parte: siccome pare che voglia pur fare intendere nell'Operetta stessa pubblicata, qualificando la spiegazione che dà dell'Aurora Boreale col nome di nuova teoria. Mi permetta però di mostrarle come trovasi tra noi un pieno e perfetto accordo, non solo riguardo ai principj in generale, ma per ciò ancora che concerne in particolare l'applicazione al soggetto di cui si tratta.

In prova di questa intiera conformità, tralasciando molti altri argomenti, dirò solo, che dal primo momento (e fu nel 1782) che scopersi e verificai con replicate sperienze, a S. V. Ill. ben note, come l'acqua trasformandosi in vapori, e sì in vapori elastici, si arricchisce di fluido elettrico a spese de' corpi medesimi da cui evaporando si stacca, indi anche a spese dei primi strati d'aria attraverso di cui essi vapori salgono, e di altri corpi che per avven-

(a) Cioè dell'anno 1791. p. p.

tura incontrino tra via; e da questo fatto bastantemente comprovato concluder volli: 1.º che coll'assumere tale nuovo stato di vapore espansibile, ossia di fluido elastico, venga essa acqua ad acquistare maggiore *capacità* di contenere il fluido elettrico, siccome ne acquista una maggiore per contenere il fluido calorifico; 2.º che in virtù di tale accresciuta capacità esso fluido elettrico depredato e appropriatosi dai vapori non venga già subito a manifestarsi con segni di positiva elettricità, ma reso in certo modo anch'esso *latente*, non altrimenti che il calore, e ridotto alla quiete d'equilibrio, aspetti a farlo, cioè a produrre i consueti effetti del rotto equilibrio per ridondanza, fino a che condensati essi vapori dal freddo, o da qualsisia causa, e perso l'abito aeriforme perdano anche quella straordinaria capacità, che acquistata aveano: fin dal primo momento, dico, che ebbi fatta quella scoperta, e credei di potere stabilir queste leggi, o principj analoghi alla dottrina del *calor latente*, non mi restò più dubbio, che siffatto giuoco e funzione de' vapori non dovesse essere, se non l'unica, la principale e primaria causa della *naturale Elettricità*, cioè di quella che viene a suscitarsi da se negli strati più o men alti dell'Atmosfera, or debole, or forte, e che in qualche grado vi domina sempre, almeno a certa distanza da terra.

La formazione dunque de' vapori al basso, e la loro condensazione nelle più o men alte regioni dell'aria, io tenni per cagione prossima tanto della blanda e tranquilla elettricità di Ciel sereno, quanto della strepitosa de' temporali, e della mediocrementemente forte delle nebbie, e delle nuvole non temporalesche, delle piogge, e della neve ec., in somma di tutto quel che fosse *Elettricità atmosferica*; per conseguenza anche delle *Aurore boreali*, in caso che fosse ben provato non altro esser queste che fenomeni di naturale elettricità: la qual cosa, a dir vero, non mi pare ancora abbastanza dimostrata, e posta fuori di dubbio. V. S. Ill., come scorgo, ha lette e considerate, tanto l'*Appendice* alla mia *Memoria sul Condensatore* (a), nella quale, gettando i primi fondamenti di questa teoria dell'Elettricità atmosferica, m'avanzai a dare pur anche un saggio di applicazione ai principali fenomeni della medesima; quanto le mie *Lettere sulla Meteorologia Elettrica* (b), nelle quali ho sviluppato già molte cose relative a tal soggetto, e molte più mi propongo di svilupparne nella continuazione delle medesime. Ella ha potuto quindi vedere, come non solo i fenomeni ordinarj dell'Elettricità atmosferica a ciel sereno, e a ciel nuvoloso, tempestoso, ec., ma sibbene l'elettricità fulminante, e tutta, dirò così, terrestre, che accompagna l'eruzioni vulcaniche (c), e la non fulminante,

(a) *Del modo di rendere sensibilissima la più debole Elettricità, sia naturale, sia artificiale.* Nelle Transazioni Anglicane per l'anno 1872.

(b) Pubblicate finora in numero di 9. nella presente Collezione [1].

(c) In fine dell'*Appendice* alla cit. Memoria.

[1] La collezione richiamata è Br. Bibl.

[Nota della Comm.].

ma pur vigorosa, delle cascate d'acqua, e quindi dei forti rovesci di pioggia ec. vengo spiegando coi da me posti principj intorno all'elettricismo, che fan nascere i vapori, or diffondendosi, or condensandosi (a). Nell'ultima delle citate Lettere finor pubblicate, che è la 9.^a (b), in seguito ad un'idea data nella precedente della formazione, ossia nascita e progressivo aumento di un temporale, ho cominciato a parlare della grandine; ma trattenendomi in gran parte di codesta lettera a confutare diverse erronee opinioni, singolarmente quella della strana altezza, da cui vorrebbesi da molti Fisici far venire la gragnuola, per dar luogo sì alla sua congelazione, che al mirabile ingrossamento de' suoi grani, ho detto ancor poco pochissimo circa l'influsso ed azione dell'elettricità sulla di lei formazione, e sopra tale ingrossamento, e nulla ho detto (riservando ciò per il seguito) su quanto immagino io e tengo ormai per certo, cioè che gli embrioni della grandine, i quali soglion esser fiocchetti di neve, indi i grani stessi già formati e solidi rimangano per loppjù sospesi, e saltellanti tra due strati di nuvole collocati un sopra l'altro a conveniente distanza, e contrariamente elettrici; e ciò, se accade, per delle ore: durante la qual danza elettrica vadano essi grani rivestendosi di nuove lamine di ghiaccio, e s'ingrossi così mano mano la loro crosta. Questo bel giuoco e assai curioso de' grani di grandine, che vanno sù e giù frequenti e tumultuosi tra due quasi tavole di nubi, giuoco da me immaginato per render ragione del più difficile a intendersi de' suoi fenomeni, che è la tanta grossezza a cui pervengono non di rado tali grani, la qual grossezza altronde non può dirsi che acquistino nel solo intervallo di loro caduta, conforme l'opinione della comune de' Fisici, giacchè non è vero, com'essi gratuitamente suppongono, che proceda e arrivi a noi la grandine da tant'alto quanto a tal uopo richiederebbesi, che anzi l'osservazione ne addita esser d'ordinario le nubi grandinose tralle più basse: questo bel giuoco, dico, questo saltellare e danzare de' grani di grandine, dapprima picciolissimi e nevosi, indi più sodi e via via ingrossantisi, e varj altri sintomi della medesima, e de' temporali in genere e in ispecie, come la periodicità e ritorno giornaliero di parecchj a certi luoghi e tempi, il vento freddo e secchissimo, che succede a quelli dei temporali, che hanno scaricato abbondante gragnuola ec. fanno il soggetto della seguente lunga Lettera (c), che non ho data ancora da pubblicare, cui però tengo preparata già da tre anni passati, e che appunto in Settembre del 1788. comunicai e lessi io stesso ai Sigg. SAUSSURE, PICTET, e ad altri amici a Ginevra.

Or dopo esaurita la materia de' temporali, mi leverò nelle susseguenti Lettere (che ho già in molta parte abbozzate) più in alto, cioè alle *Aurore bo-*

(a) *Bib. Fis. Lett.* 7. e 8. Tom. IX. X. e XI.

(b) Tom. XIV.

(c) In ordine la 10^a.

reali, che appartengono di certo alla Meteorologia, e si può credere con qualche probabilità alla *Meteorologia elettrica*, se non in tutto, in parte almeno.

Dico probabilmente, e forse solo in parte, perchè a formare un accertato giudizio, che le Aurore boreali sian veri e semplici fenomeni elettrici, mancano le prove sicure e dirette, e solo abbiamo argomenti di analogia; nè questa analogia pure, fondata sopra quante si vogliano apparenze e somiglianze, le quali potrebbero essere soltanto imponenti, può dirsi compiuta, come mostrerò forse prima di finire la presente. Intanto dirò a V. S. Ill. che una parte dell'anzidetta continuazione di lettere, e singolarmente quella che tratta del presente argomento, è già stesa, non che abbozzata, da quattro e più anni, alcuni squarci della quale furono da me inseriti e letti in un Discorso, che tenni, ha più di un anno (*a*), in una delle nostre pubbliche adunanze per occasione d'una vera promozione Accademica. Comincio in quella scrittura dal confutare, non senza qualche tocco di satirica derisione, l'opinione di coloro, i quali ogni ignea meteora attribuiscono senza criterio e distinzione al fluido elettrico, segnatamente le *Stelle cadenti*, e i *Bolidi*, ossia globi volanti di fuoco, e ogni fatta di *fuochi fatui*, e per poco non gli attribuiscono e tremuoti, ed eruzioni vulcaniche, e le fiamme dei terreni ardenti; che infatuati solo di elettricità, ogni favilla, ogni fiamma, che lampeggi in Cielo o in terra, hanno per fuoco elettrico. Indi passando alle Aurore boreali, dico ivi, come dico anche qui, non essere provato abbastanza, e in niun modo constare ch'esse provengano da elettricità, e neppure che abbian questa per concomitante. Soggiungo però, che inclino a crederlo, stante la non picciola somiglianza, che ravvisiamo nelle fulgurazioni di coteste Aurore coi bei getti e lampi e trascorrimenti di fuoco elettrico da noi eccitati artificialmente ne' recipienti d'aria molto diradata; e attesa la non difficile spiegazione, che se ne può dare insistendo sulle stesse cagioni, che fan nascere l'Elettricità atmosferica nelle men alte regioni, cioè congetturando che debba la medesima aver luogo eziandio nelle regioni altissime, e ripetendola colassù pure dalla condensazione che ivi accada de' vapori portati per avventura fino a quell'altezza: inclino sì a credere, ma non lo tengo per certo, che le Aurore boreali sieno in tutto, o in gran parte giuoco dell'Elettricità, cioè che quelle lancie, e getti, e corone luminose, che hanno l'indicata rassomiglianza, siano appunto effusioni e trascorrimenti di fluido elettrico, che ridonda e sgorga in copia da' vapori condensantisi.

Vede V. S. Ill. pertanto come andiam perfettamente d'accordo nella spiegazione, ossia com'ella ha indovinato il mio pensiero, e l'applicazione ch'io doveva immancabilmente fare, anzi fatta già aveva de' miei principj

(a) Li 12. Giugno 1790 [1].

[1] Vedasi al N° CI di questo Vol., Cart. Volt. K 9.

[Nota della Comm.].

alle Aurore boreali; e lo vedrà viemmeglio quando verrà alla luce nella continuazione delle mie Lettere sulla Meteorologia elettrica quella, di cui parlo. S' Ella però, come apertamente protesta di aver presi da me i principj, deve riconoscere che non mi ha punto prevenuto neppure nell'applicazione de' medesimi ai fenomeni di cui si tratta, e che la sua teoria d'oggi è la mia di parecchi anni fa; io dalla mia parte riconosco e dichiaro di buon grado, ch'ella è corsa innanzi, e mi ha di molto sorpassato, col toccare maestrevolmente nel suo bell'Opuscolo, e disegnare a tratti luminosi le fisiche cagioni, e le circostanze, che deggon determinare alle regioni polari, sì l'affluenza de' vapori, che il loro rapido condensamento, giusto nelle stagioni, in cui appaiono più frequenti, e nel bello sfoggio le Aurore boreali; e col presentare in poche linee una chiara e precisa spiegazione delle principali apparenze di tal meteora: delle quali cose ho ben dato un cenno anch'io nel citato mio scritto inedito; ma non con quel lume, vigore, e colorito, ch'ella ha saputo mettere nel suo, meritamente applaudito dall'Accademia di Scienze, Lettere, ed Arti di Padova. Il perchè penso io, quando pubblicherò nella continuazione delle già dette Lettere, le mie, che dir posso già vecchie idee sull'Aurora boreale, d'inserire, ove V. S. Ill. mel permetta, qualche passo dell'esimia sua Operetta, e forse tutto lo squarcio dalla pag. 61 a tutta la pag. 64 cioè dal §. *Ora si applichi tal legge* fino al §. *Nulla di meno non credo privo d'influenza*.

Una cosa sola truovo nella sua bella spiegazione, che non mi finisce, e lascia molto dubbio, che le cose non procedano nel modo che viene da lei descritto. Ella adduce sì ottime ragioni e induzioni, come ho pur ora detto, confermate dall'osservazione, per dimostrare tanto l'affollamento straordinario di vapori verso i Poli, quanto il loro subitaneo condensamento nelle stagioni appunto, in cui sogliono più di sovente apparire le Aurore boreali. Questa pressura però di vapori, a così spiegarmi, che accader deve, se bene si esaminano le cagioni fisiche, e accade infatti, se ci riportiamo all'osservazione medesima, nella bassa, e nella mezzana regione dell'Atmosfera, veggio bene come debba produrre le nebbie foltissime e i nuvoloni, i temporali e le grandi burrasche, che sono sì frequenti e sì terribili in quelle parti di mondo; ma non comprendo ancora come abbiano ad esser causa delle Aurore boreali, le quali tengono la lor sede nell'altissima regione, negli ultimi strati, e quasi fuori dell'atmosfera terrestre, ove non che affollarsi, non è credibile che neppur giungano gli acquei vapori, o seppur ve ne giungono dispersi, e, a così dire, raminghi, debbono essere ben pochi. Infatti RICCIOLI, che ha misurato frequentemente l'altezza delle nubi, assicura di non averne mai vedute a più di 5000. passi geometrici, ossia 5. migli da terra; e poco maggiore è l'altezza, che loro accorda BOUGUER, seguito in ciò da DELUC, da KIRWAN, e generalmente da tutti i Fisici: cioè al sommo di 4400. tese sopra il livello del mare.

SAUSSURE osserva, è vero (a), che certe nubi molto rare a guisa di leggier velo compajono sovente molto più alte, e che possono esistere fino a 13500. tese, che sarebbero più di 16. migli italiani, al di sopra della superficie del mare: e quanto ai vapori elastici, che non son punto nebulosi, è persuaso che possano ascendere dippiù ancora, e tenersi disciolti in un'aria estremamente rara, in pochissima quantità però. Ma questi, come si comprende, non fanno al caso, e perchè troppo scarsi, e perchè non si condensano in nubi: dalla quale condensazione soltanto potrebbe nascere quella ridondanza e trascorrimento di fluido elettrico che V. S. Ill. suppone formare le Aurore boreali. Difficilmente ancora m'indurrei a credere, che bastar potesse a profondere tanto fuoco elettrico, quanto n'è d'uopo, quel sottil velo di nube rara e quasi trasparente, poco sopra indicato, appunto perchè sì tenue; a cui se vogliasi ben anche concedere l'altezza massima che gli assegna SAUSSURE di 16. migli circa, quanto non siam lontani ancora da quella sublime regione delle Aurore Boreali? Ve ne avranno per avventura delle men alte, come può ricavarsi da alcune osservazioni; ma d'ordinario l'inferior limite loro sta a più di 300. migli italiani di altezza perpendicolare, ove, se pur vi giunge l'aria di questa nostra atmosfera, debbe trovarsi di un'estrema rarezza, e certo poco carica di vapori acquei, se non vuol dirsi affatto spoglia, e talvolta a 600. 800. migli, ed oltre. Tanto si rileva da un gran numero di osservazioni raccolte dal Sig. BERGMANN, e da molte sue proprie nella Dissertazione *de Aurorae borealis altitudine* (b), nella quale dopo aver ragionato sui metodi di calcolare cotali altezze, ci presenta una tavola di esse dedotta dalle osservazioni di varj (c), e conchiude: 1.º che il termine inferiore delle Aurore boreali è sempre più alto delle più alte nubi (d): 2.º che l'altezza dell'Aurora boreale è per lo più tra i 50. e i 100. migli Svedesi (e), cioè tra i 300. e i 600. italiani: 3.º che la media delle 30. osservazioni riportate è di 72. migli Sved., che sono prossimamente 432. italiani.

Or dunque se la folla de' vapori acquei, qualunque s'immagini, e il loro condensamento in nuvole, in pioggia, e in neve, succede tanto al di sotto dei campi, in cui fanno la loro comparsa le Aurore boreali, e sì nelle regioni polari più basso che altrove, per la ragione, che il freddo atto non che a condensare i vapori, a congelarli, si trova ivi più vicino a terra, è difficile, per non

(a) V. *Essais sur l'Hygrometrie*. pag. 271.

(b) V. TORBERNI BERGMANN. *Opuscula Physica et Chemica*. Vol. V.

(c) Op. cit. §. VI. *Tabula altitudinum computatarum*.

(d) Nel §. VII. che ha per titolo: *Aurorae borealis loci terminus inferior nubibus semper altior est*.

(e) §. VIII. che intitola: *Altitudo Aurorae borealis 50. milliariis plerumque major, 100 mill. plerumque non excedit*.

dire impossibile, il ripetere quelle da questi, o almeno è cosa che non si arriva a comprendere. No, non si comprende, come da vapori congregati al basso ne' paesi al Polo vicini, e al basso pure condensati, come che sia, e rappresi in un subito, come da quelle gran colonne nebulose, da que' nembi e procelle di piogge e di nevi, che ci descrivono i viaggiatori di tali gelide contrade, e di cui V. S. Ill. si vale ad appoggiare la sua bella e seducente spiegazione, come, dico, abbiano origine da questo ammasso e condensamento di vapori, che vuol dire dall'umile regione delle nubi, la quale in que' climi, e in quelle stagioni, suol essere ancor più bassa che altrove, le Aurore boreali sublimissime: non si comprende ciò, a meno che si dica il fluido elettrico sgorgante in eccessiva copia da tal regione inferiore de' vapori, repentinamente e in copia immensa condensati, lanciarsi per molta parte su per l'aria mano mano più rara, e quindi meno resistente, e valicarne immensi tratti, finchè giunga a diffondersi, e a spaziare più liberamente ancora nella sovrana regione di aria rarissima. La quale spiegazione, che può sembrare non del tutto insussistente e fantastica, anzi pure a certi riguardi plausibile, e che verrebbe in certo modo in soccorso della combattuta opinione, soggiace d'altra parte a molte gravi, e, a mio credere, insuperabili difficoltà, che si affaccian tosto da se, onde non mi tratterò neppure a parlarne.

Passerò piuttosto a dir qualche cosa di alcune nuove idee, che rivolgo in mente circa altre cause, che potrebbero, o sostituirsi all'Elettricità, od associarsi ad essa, quando dovessimo toglierle o tutto od una parte del dominio, che siam portati a concederle sulle Aurore boreali. Ma stimo meglio riservar ciò per un'altra Lettera, essendo questa già lunga abbastanza.

Sono intanto ec.

XCIV (B).

SOPRA L'AURORA BOREALE

LETTERA AL DOTT.

PIETRO ANTONIO BONDIOLI

LETTERA SECONDA.

1791.

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt. E 16; **E 18.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: in E 18 leggesi solamente: « *Lett. II* ».

DATA:

E 18: è la minuta autografa, ripetutamente corretta, della lettera del V. al Bondioli, promessa nella chiusa della lettera pubblicata nel Numero precedente: le prime tre pagine di E 18 assorbono quella parte di E 16 che non è contenuta in E 17 (vedansi, in proposito, le note di frontespizio nel Numero precedente).

LETTERA SECONDA

Le nuove idee, che, secondo accennai nel finire della precedente lettera, mi si vanno in mente sviluppando, intorno ad altra causa, o cause produttrici dell'Aurora Boreale fuori dell'Elettricità, non che riguardino, come potrebbe V. S. Ill.^{ma} credere, l'aria infiammabile, quale avendo io scoperto nel Autunno del 1776. stanziare in tanta copia ne' terreni limacciosi, e in tutti i fondi d'acqua morta, e svolgersene ad ogni ora abbondantemente; e scoperta avendo poco dopo molta pure estricarsene e volar via da tanti corpi che abbruciano (sottraendosi in parte all'accensione, mentre un'altra parte cade in pascolo della fiamma) credetti a quel tempo potere anzi dover salendo mercè di sua specifica leggierezza per l'aria comune atmosferica congregarsi nella sua più alta regione e trascorrere principalmente verso i Poli ed accendendosi a volta a volta colassù per qualsiasi accidente, presentarci tutti i fenomeni delle Aurore boreali, od avere almeno una parte più o men grande in essi. Ciò, dico, opinai una volta, anzi pure, che tal aria inf. potesse costituire la materia dei lampi nei Temporali, la qual materia venisse ivi accesa dalla scintilla elettrica fulminante. Ma e questo dei lampi, e l'altro delle Aurore Boreali fu appunto un semplice opinare per modo di congettura, e ne diedi perciò non più che un legger cenno nelle *Lettere sull'Aria inf. nativa delle Paludi* [1], che pubblicai al principio del 1777. e quindi anche nelle *Lezioni di Corso de' due anni seguenti*. Tali congetture e viste piacquero intanto a molti Fisici, che s'affrettarono di addottarle, tra' quali è anche V. S. Ill.^{ma} per ciò almeno, che riguarda l'aver parte l'aria inf. ne' fenomeni dell'Aurora boreale come scorgo dall'ultima pagina della sua bella operetta. Ma se piacquero ad altri, non piacquero più a me, che le abbandonai ben presto;

[1] Vedasi « lettera quinta » sull'aria infiammabile, che si pubblica nel N° CVI (E), del Vol. successivo a questo.

[Nota della Comm.].

e fu allorquando venni a scoprire, che mancavan di fondamento i due principali supposti, il primo cioè che molta aria infiam. si raccogliesse mercè di sua specifica leggierezza nella mezzana, e nell'alta regione dell'Atmosfera, sede quella de' lampi temporaleschi, e questa de' fiammeggiamenti delle Aurore Boreali: il secondo, che per niuno altro mezzo potesse l'aria inf. disfarsi, o cessar d'esser tale, che per un'effettiva di lei accensione. Or l'una e l'altra cosa che tenni quasi per sicura dapprincipio, trovai in appresso che era insussistente: cioè trovai, che siffatta aria infiammabile, che svolgesi nella decomposizione e putrefazione de' corpi organici, onde tanta avviene che visibilmente se ne snidi da' fondi paludosi, o in altra maniera es. gr. scappando dai corpi in combustione tuttavia intatta, e che tutta infine si versa nell'atmosfera nostra, non viene già portata e accumulata al più alto della medesima, come attesa la sua leggierezza dovea presumersi; ma si diffonde equabilmente ne' primi strati, vi si discioglie, e scompone poco a poco da sè senza punto ardere. Ciò mi provarono le ulteriori sperienze fatte a tal oggetto, e indicavano già diverse osservazioni, per le quali non si è trovato che si contenesse alcuna dose sensibile di aria inf. nell'aria atmosferica raccolta sulla cima delle più alte montagne. Quella prima supposizione dunque, che dovette parere tanto verosimile, del volar cioè l'aria inf. alle parti superiori dell'Atmosfera ed ivi raccogliersi in dose più considerabile che al basso, non è punto comprovata dal fatto, siccome neppure è comprovato, che non si decomponga o perda in altro modo la sua infiammabilità anche senza accendersi, anzi l'una e l'altra supposizione sono formalmente smentite e dall'osservazione, e da sperienze istituite ad oggetto appunto di verificare ciò: delle quali sperienze due sole voglio qui brevemente addurre, che ne comprendon molte, e sono quanto si può desiderare dimostrative.

Ho uniti assieme due recipienti cilindrici di cristallo, larghi tre pollici, e lunghi ciascuno più d'un piede, per mezzo di un doppio anello o ghiera d'ottone, cui era adattata una lastra scorrevole, in guisa di potere a volontà o lasciar libera la comunicazione tralla parte superiore e inferiore, o toglierla dividendo in due la colonna d'aria contenuta. Questo lungo cannone di due pezzi, chiuso ad un'estremità, io lo riempiva d'acqua, e ponevalo ritto in piedi in un catino colla bocca sott'acqua, talchè rimanesse pieno. Allora v'introduceva per disotto un tal volume d'aria comune, che ne occupasse, espulsa altrettant'acqua, più di $\frac{3}{4}$ della capacità, e fino $\frac{7}{8}$; indi un altro volume d'aria inf. quando 10. quando 12. e quando 14. volte minore del primo; e lasciava poi il tutto in quiete per qualche giorno: dopo il qual tempo, tagliata in mezzo quella lunga colonna d'aria, mediante la sopradetta lastra scorrevole, m'accingeva a fare il saggio sì della porzione superiore, che della inferiore, col sottomettere l'una e l'altra alle prove col mio Eudiometro ad aria

inf. Ora l'evento fu, che trovai sempre l'una e l'altra contenere l'istessa istessissima proporzione d'aria inf. Non ne diveniva dunque punto più ricca la parte superiore della colonna, come si sarebbe potuto aspettare: chè se lo fosse stato anche di un solo 100.^{mo} di più dell'inferiore, le mie prove son tali, che me lo avrebbero indicato. Ciò essendo convien dire, che la tendenza dell'aria inf. a sormontare siccome specificamente più leggiera l'aria resp. resti intieramente vinta dalla mutua affinità, di maniera che quell'aria rimane mista e disciolta in questa uniformemente per quanto tempo si vuole (a).

Così se dapprincipio nel miscuglio io avea fatti entrare 7. 100.^{mi} od 8. di aria inf., dopo un giorno, dopo due di quiete, trovava ancora gl'istessi 7. od 8. 100.^{mi} tanto nella inferiore, quanto nella superior parte della colonna troncata; o se scemata un pocolino tal proporzione, ciò in ambedue egualmente.

Questa diminuzion di proporzione appena notabile dopo uno o due giorni, diveniva più sensibile a capo di quattro, di sei, e di otto; e mi provava, che l'aria inf. mista alla comune va poco a poco decomponendosi, o almeno alterandosi in guisa da perdere la sua infiammabilità. Del che m'era già accorto, e volli con nuove decisive sperienze assicurarmi.

Introdussi dunque in varie boccie di cristallo diverse proporzioni d'aria inf. e d'aria resp., e per loppù picciolissima quantità della prima, onde meglio accostarmi a ciò che accade naturalmente nell'Atmosfera, in cui entra sol pochissima aria inf. per volta, a misura che esala da terreni limacciosi ecc.; ve ne introdussi quando 2. quando 3. e quando 4. o 5. 100.^{mi} e non più; e ben turate quelle boccie, e rivolte dippiù col collo sott'acqua, le tenni varj giorni quali all'oscuro, e in luogo freddo, quali alla luce del giorno, quali esposte a' caldi raggi del sole: dopo di che trovai che in tutte si era scemata notabilmente la dose dell'aria inf. in ragione massimamente del più lungo tempo, ed anche, come m'è parso, dell'azione del calore e della luce, così che in alcune, erasi quell'aria, in quantità di $\frac{1}{100}$ o di $\frac{2}{100}$, consunta affatto.

Ecco pertanto ciò che avvenir debbe anche a quell'aria inf. che esala da' fondi paludosi ecc. e si mesce all'aria della libera atmosfera: debbe essa
versa nell'

(a) Col mio Eudiometro ossia Apparato universale per l'infiammazione di tutte le sorti d'aria inf. miste in qualsivoglia proporzione all'aria resp., la descrizione del quale Apparato colle figure in rame è comparsa già in parte nel 1.^o volume degli Annali di Chimica del Dr. BRUGNATELLI di Pavia, e terminerassi nel 2.^o e 3.^o, arrivo in una maniera di prove non men curiosa che sicura, che descriverò a suo luogo, a scoprire in un'aria qualunque $\frac{1}{100}$ ed anche $\frac{1}{200}$ d'aria inf. che vi si trovi [1].

[1] Vedasi il N^o CXXVIII, del Vol. VII.

[Nota della Comm.].

pure alterarsi, decomporsi, perdere insomma come che sia ogni infiammabilità; e ciò tanto meglio, quanto viene esposta a tutte quelle cagioni, che valgono a vieppiù presto alterarla, agitazione, calore, luce ecc. Ed ecco perchè non ho trovato punto più d'aria inf. nell'aria atmosferica, che in diversi tempi, e in diversi viaggi ho raccolta sulle più alte cime delle Alpi, di quello se ne trovi nell'aria de' bassi strati: come già dissi, che non ve ne ho scoperto neppure $\frac{1}{100}$.

Egli fu dunque per queste osservazioni, per le riferite sperienze sull'equabile distribuzione dell'aria inf. nell'aria comune respirabile e lento e spontaneo disfacimento della medesima, e per molte sperienze analoghe, tanto mie, che d'altri, specialmente di PRIESTLEY, SENEBIER, LA METHERIE, fu perciò, che non solo abbandonai del tutto, ma presi io stesso a confutare fin dal 1783. nelle Note che somministrai alla traduzione fatta dallo SCOPOLI mio collega del Dizionario Chimico di MACQUER, *Articolo Aria infiammabile* [1], presi, dico, a confutare le mie belle idee, concepite alcuni anni prima, sul concorso e giuoco dell'aria inf. ne' lampi temporaleschi, e nelle Aurore boreali. Così è: gli è questo un vecchio pensiero, che ho da un pezzo abbandonato affatto; e stia pur sicura l'Elettricità, che nulla più verrò a toglierle del suo dominio in tal meteora per darlo all'aria inf.

Ma tal dominio dell'Elettricità nelle Aurore boreali, che le si vuol concedere oggigiorno dalla maggior parte de' Fisici, e ch'io pure non farò difficoltà di accordarle, è poi primario e assoluto, ovvero dipendente e secondario? A dir vero molte cose inducono a credere piuttosto il secondo, cioè che i sintomi elettrici che manifestansi nelle Aurore boreali, siano più veramente fenomeni subalterni. Ed ecco quali sono le mie nuove idee, di cui mi son proposto di parlare. Idee, che non sono già nate in testa a me per il primo, ma al grande BERGMANN, o il germe delle quali almeno è a lui dovuto. Adotta egli la bella teoria di MAIRAN dell'Atmosfera Solare, la quale costituisca siccome la materia del *Lume zodiacale*, così ancor quella delle *Aurore boreali*, e ne produca i brillanti fenomeni quando in certi incontri le accade di versarsi in dose più o men grande nell'Atmosfera nostra colassù ne' più alti confini della medesima, e appunto verso i Poli: la quale teoria rende così bene ragione di certi periodi nella comparsa delle Aurore boreali, e di altri fenomeni analoghi. Considerando però nel medesimo tempo il lodato Autore, che vi hanno in cotali Aurore, delle apparenze elettriche, che saltan troppo all'occhio per non volerle riconoscere come fenomeni di questa classe, non rigetta egli già, quantunque tenace della prima, quest'altra più moderna opinione dell'Elettricità dominante nelle Aurore boreali, ma truova e suggerisce un mezzo di

[1] Vedasi nel Dizionario di Chimica del Macquer, tradotto dallo Scopoli (Pavia, 1783), T. II, la nota a pg. 203.

[Nota della Comm.].

conciliarle insieme. Dice dunque, che la materia dell'Atmosfera solare versata in seno all'aria nostra della suprema regione potrebbe essere di tal natura a farvi effervescenza ed infiammarsi, o veramente d'indole puramente fosforica, onde brillare, anche senza una vera e viva accensione, di una luce blanda e tranquilla, ed esser potrebbe finalmente (ciò che fa al caso nostro) atta a produrvi al dippiù una strabocchevole elettricità. Il sig. BERGMANN non fa che accennare questo suo pensiero (a), il quale a me parve molto bello e fecondo; e tosto fattomi a ruminarvi sopra trovai ne' miei principj intorno alla diversa e mutabile *capacità* de' corpi per contenere il fluido elettrico, una facile spiegazione della cosa. La materia dell'Atmosfera solare passando a mescolarsi alla nostr'Aria, vi si condensa forse, vi si fissa, o quella porzione di nostra aerea atmosfera, che come si è detto la riceve, si dirada. Nè ciò solo, ma [1] l'una o l'altra materia, od ambedue cambino stato o forma d'aggregazione, secondo che le mutue forze ed affinità agiscono: insomma è naturale, che vi succeda qualche insigne mutazione, la quale porti anche un considerabile cambiamento alla capacità di quelli strati altissimi d'aria investiti dall'atmosfera solare di contenere il fluido elettrico, il quale perciò diventerà o molto ridondante se (come più facilmente presumer possiamo) la *capacità* nel totale risulti diminuita, o al contrario molto scarseggiante, se mai la *capacità* venga accresciuta; tal che nell'un modo e nell'altro ne verranno que' discorrimenti di luce elettrica, che ci appajono nelle Aurore boreali.

Questa spiegazione, di cui diedi già un cenno nell'Autunno del 1787. in una lettera al Sig. VAN BERCHEM Secretario della Società Fisica di Losanna, è come V. S. Ill.^{ma} vede, consentanea a' principj comprovati dalle originali mie sperienze, e oggimai adottati universalmente, cioè che dove una materia passa dallo stato di espansione, ossia di fluido elastico, allo stato di concrezione, se ne sprigiona gran copia di fluido elettrico e dà segni di ridondanza, e vice-versa nel passaggio dallo stato di aggregazione solida o liquida a quello di aggregazione elastica molto fluido elettrico divien *latente*, e nascon segni di deficienza, ossia di elettricità negativa. Or dunque se nella suprema regione dell'atmosfera accadon tali sbilanci di fluido elettrico e quei trascorrimenti del medesimo nell'aria sommamente diradata, che voglinsi dalle leggi conosciute dell'elettricità, e questi sono i fenomeni che ci presentano le aurore boreali, dobbiam credere, che colassù arrivi qualche materia estranea, sottile, elastica, che condensandosi, o altrimenti cambiando stato e forma d'aggregazione, cagioni siffatti sbilanci e moti del fluido elettrico. Ma resta a ri-

(a) Ecco il passo....

[1] Il Mns. a questo punto presenta attraversate da un tratto di penna, le seguenti parole: « in conseguenza di ciò facilmente accade, che ».

[Nota della Comm.].

cercare, se dal basso o dall'alto, dalla terra o dal cielo proceda cotal materia estranea tenuissima, che arriva a quest'ultimi strati dell'Atmosfera: se sono cioè gli ordinarij vapori della terra portati fin lassù o porzione dell'atmosfera solare calata giù, che vi si versa. Ella crede costantemente che siano i primi, e l'ho io pure creduto fin tanto che non entrai nel pensiero di BERGMANN, e vi feci sopra delle meditazioni; ma dopo ho cominciato a dubitar molto, che i vapori possano giungere a sì prodigiosa altezza, e in questo dubbio mi sono vieppiù confermato consultando i Fisici e i meteorologi, che son d'accordo come ho già fatto osservare ad assegnare un limite alla region delle nubi e all'accendimento e raccolta de' vapori molto inferiore a quegli ultimi strati dell'atmosfera, in cui han sede le Aurore boreali. Torna dunque comodo anche per questo il ricorrere all'atmosfera solare, e far fare alla materia di cui essa è composta, che certo debb'essere un fluido etereo rarissimo, far, dico, fare nelle supreme regioni a questo fluido più che aeriforme, le parti che nella media e bassa regione dell'Atmosfera nostra fanno i vapori, cioè di suscitarvi mercè di cambiare il loro stato e forma d'aggregazione, condensandosi ec., una naturale elettricità. Or adottandosi quest'opinione, che non è inverisimile, ed ha più del bello che l'altra, non potrà più dirsi l'Elettricità delle Aurore boreali, *terrestre-atmosferica*, come quella blanda e oscura di ciel sereno, delle nebbie, piogge, e nuvole non temporalesche, o come la strepitante e folgoreggiante de' temporali, ma bene dovrà chiamarsi tale elettricità che brilla amena nei più alti confini dell'Atmosfera per loppìu verso i Poli, Elettricità *celeste-atmosferica*.

Comechè però io propenda, come ho fatto sentire, all'esposta opinione, e trovi delle difficoltà all'altra dei vapori, singolarmente per farli salire tant'alto prima di condensarsi, non son deciso ancora, di rigettar questa, che d'altra parte mi piace nel modo appunto, che la spiega V. S. Ill.^{ma}, servendosi de' miei principj e idee sul fluido elettrico che si portan via i vapori formandosi, e che caccian fuori condensandosi: la qual spiegazione ed è mia già da un pezzo (assai prima cioè ch'Ella la ponesse in vista ben corredata nel suo recente bellissimo opuscolo) ed è la sola ammissibile quando vogliasi sostenere, che l'Aurore boreali sian fenomeni dell'Elettricità *terrestre-atmosferica*. In ciò dunque dobbiamo unirci, se vogliamo far trionfare questa, in togliere la difficoltà di far pervenire i vapori terrestri fino a quella prodigiosa altezza ove hanno sede le Aurore boreali, ed anche allora ci resterà sempre da spiegare quella in qualche modo periodica ricorrenza, o almeno più frequente comparsa delle medesime, in certi aspetti e posizioni della terra al Sole, segnati dal MAIRAN: la quale coincidenza e riscontro delle osservazioni al calcolo, pel corso di più secoli (discendendo pei quali tesse il cel. Autore una si può dire storia cronologica delle Aurore boreali), pare che sia temerità il voler chiamarle puramente casuali.

Ritornando all'aria infiammabile nostra, che si snida da' terreni limacciosi, dalla decomposizione de' corpi combustibili d'ogni genere, o dalla reazione de' metalli o d'altri minerali cogli'acidi e coll'acqua, o secondo la moderna sentenza dalla decomposizione dell'acqua medesima e risoluzione ne' suoi principj, de' quali uno vuolsi che sia appunto l'aria inf. più pura, parlando, dico, di tali arie infiammabili conosciute, e che produconsi tuttodi sotto i nostri occhi salendo da terra e dispergonsi nell'atmosfera, queste si son fermo tanto e deciso di escluderle dal concorso ai fenomeni delle Aurore boreali, quanto fui un giorno inclinato a farvele entrare, come ho qui sopra dichiarato, allegandone in succinto le ragioni. Ma se escludo del tutto cotesti *gas* inf. grossolani, e dirò così, *terrestri*, non escludo poi assolutamente qualche altro gas o fluido aeriforme accensibile più *celeste* che terrestre, qual'è forse il fluido dell'Atmosfera solare, che seguendo le idee di MAIRAN, come si è detto, si versa e mesce nell'aria dell'estrema atmosfera nostra, e quali posson essere altri vapori elastici o vogliam dire eterei più leggieri dell'aria comune, e galleggianti sopra di essa, sostanze portate allo stato elastico aeriforme fin dalla prima formazione di questa nostra atmosfera, e in tale stato mantenuti da quel grado, avvegnachè debolissimo di calore, che ivi regna, e fluida ed elastica mantiene l'aria medesima. Di tali sostanze e sì infiammabili, che a quel grado di calore sussistano in forma di vapor espansibile aereo, non altrimenti che in simile stato aeriforme tiensi l'etere vitriolico e il nitroso a 32. del term. di Reaum. ed a 56. lo spirito di vino, ed a 80. l'acqua, chi dirà che non ne possano esistere, e se esistono appartenenti al nostro globo, che non abbian potuto e dovuto collocarsi fin dappprincipio in cima all'atmosfera al di sopra dell'aria respirabile? Ammesso ciò è più facile concepire come ai confini appunto di tal aria vera, e di tai fluidi aeriformi i vapori, che sono gl'ultimi confini dell'atmosfera, divengano il campo delle Aurore boreali, e di altre ignee meteore, giusta il pensiero del sig. LAVOISIER esposto ne' suoi *Elementi di Chimica*, laddove tratta della formazione de' Fluidi elastici per mezzo del *calorico*, e questa dottrina fonda ed illustra con originali sperienze, e le più belle applicazioni.

In questa supposizione sarebber dunque la luce, e i getti delle aurore boreali veri accendimenti e deflagrazioni di vapori infiammabili, non già discorrimenti e mere coruscazioni di fluido elettrico: e in vero non saprei dire se anche le apparenze sian più di questi o di quelli. Ma, dirassi, le apparenze potevano egual [1].

Eccole, ornatissimo Signore, le mie riflessioni e idee, sul soggetto da lei maestrevolmente, e con molta eleganza trattato. Queste mie idee han molto

[1] Qui il Mns. è interrotto.

[Nota della Comm.].

ancora del vago; ma dove non vi son prove dirette e sperienze immediate e decisive, meglio che decidere e stabilire sistemi, che possono un giorno essere rovesciati, è avvolgersi tralle congetture e le ipotesi, tentare or una or un'altra spiegazione, pesare il pro e il contra di tutte, ed aspettare e cercare nuovi lumi prima di fissarsi ad alcuna.

Sono ec.

XCV.

**OSSERVATORIO
STRUMENTI ED OSSERVAZIONI
METEOROLOGICHE**

XCV (A).

PROSPETTO

DI UN COMPITO OSSERVATORIO METEOROLOGICO
CHE RASSEGNA
AL REGIO DUCAL MAGISTRATO POLITICO CAMERALE
IL PROFES.^{RE} DI FISICA PARTICOLARE E SPERIMENTALE
ALESSANDRO VOLTA

Da Como li 23 Agosto 1791.

FONTI.

STAMPATE.

Atti R. Ist. Lomb. Milano, Vol. II, 1861,
pg. 242, 352.

MANOSCRITTE.

Arch. St. Milano. Autografi di A.
Volta.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Arch. St. Milano.

DATA: da Arch. St. Milano.

Arch. St. Milano: è un grosso fascicolo, non di mano del V., nel quale è esposto il prospetto di un compito Osservatorio meteorologico in Pavia: esso è accompagnato da una lettera autografa del V., pure in data 23 agosto 1791, nella quale il V. dichiara di sottoporre al Magistrato politico Camerale « *uno scritto che, in conformità degli ordini abbassatigli, ha potuto stendere nelle poche settimane che si trovava nell'ozio della patria* ». Brani di questo prospetto vennero pubblicati dal Magrini negli Atti del R. Ist. Lomb. Sc. Lett. Art., vol. II, 1861, pg. 242, pg. 352. Di questo Mns., omettendo quanto riguarda disposizioni amministrative, provvedimenti od informazioni, si pubblicano qui solo le parti strettamente scientifiche, su talune delle quali il V. ritorna in altri Mns., che sono presi in considerazione nel N° XCV (B) e nel N° XCV (C).

Arch. St. Milano.

MACCHINE E STROMENTI METEOROLOGICI.

Si accennano quelli che già esistono (non nell'Osservatorio tuttavia sprovveduto, ma nel gabinetto), e quelli più necessarj che mancano del tutto.

Quanto agli strumenti, esistendo già i principali nel Gabinetto, e questi di ottima costruzione, cioè *Barometri, Termometri, Igrometri, Elettroscopj Atmosferici, e Declinatorio Magnetico*, come può vedersi dalla nota distinta del Corredo Fisico da me rassegnata al Reale Governo l'anno passato 1790., non manca molto di ciò, che assolutamente è richiesto anche in oggi per un completo Apparato Meteorologico: cioè mancano soltanto un *Anemometro* costruito in modo da notare non solo la diversa direzione de' venti, ma in qualche modo la forza, e frequenza de' loro soffj; un *Pluviometro* per misurare la quantità e durata della pioggia, neve, ecc.; e un *Atmidometro* per misurare la quantità dell'evaporazione, che succede nei varj giorni ed ore all'aria aperta: strumenti, che neppure si riguardano da molti come di una indispensabile necessità, sebbene utili molto, ed istruttivi.

Manca poi, non tanto per le relative osservazioni, quanto per un oggetto di sicurezza, il *Parafulmine*, ossia *Conduttore Frankliniano* [1], il quale all'uopo nostro dovrà essere costruito in un modo alquanto diverso degli ordinarj Parafulmini, di cui si armano gli altri edificj, in guisa cioè che serva a presentare all'Osservatore i segni dell'Elettricità atmosferica anche la più vigorosa senza pericolo, mediante il così detto *filo di salute* destinato a ricevere, ed a guidare innocuamente fin sotto terra le scariche troppo forti.

Questa *Spranga Frankliniana*, che s'innalza verso le nuvole, dovrà essere piantata in cima alla torretta dell'Osservatorio, e mandare l'annesso

[1] *In margine il Mns. presenta la seguente nota: « Bisogno del Conduttore Frankliniano per le osservazioni dell'Elettricità atmosferica ».* [Nota della Comm.].

filo conduttore isolato, perchè possa esplorarsene l'elettricità, nella camera a mezzo, cioè sotto il terrazzo, che è la camera d'osservazione; al qual filo sarà adattato il resto dell'Apparecchio, cioè campanelli, elettrometri ecc., e a piccola distanza da esso metterà capo, a riparo d'ogni danno, il già detto filo di salute, che va a terminare in un pozzo.

Ma questo solo Conduttore [1] eretto nel luogo disegnato, non possiam pretendere che basti per preservare dagli accidenti e danni del fulmine tutto l'edificio dell'Università, e nemmen tutta la nuova fabbrica. Una sola spranga acuminata, che si presenti alle nuvole, non è da tanto per un fabbricato molto esteso; ma ve ne vogliono diverse, una almeno per ciascuno degli angoli, e sì corredata di più punte laterali: le quali spranghe, collegate tutte insieme per mezzo di altre spranghe laterali o grossi fili di rame ben connessi nelle giunture, basta che mettan capo ad una sola spranga o filo metallico più grosso ancora, che termini in un pozzo. In tal maniera, distrutta la vecchia difettosa, e stata posta pochi anni sono una migliore armatura di Conduttori alla casa di Città, e un'altra tutta nuova ad una casa di Campagna da' Sigg. Marchesi BELLISONI che mi fecero l'onore di consultarmi sopra di ciò e richiesero la mia assistenza, e direzione.

.....

Specifica de' Stromenti, che si vorrebbero duplicati nel solo Osservatorio, senza privarne il Gabinetto.

Del resto consentendo la R. Munificenza, come ci fa sperare, a un allargamento di spese pel maggior lustro della Fisica, e ampiezza della sua suppellettile, credo opportuno il suggerire, che uopo sarebbe di costruire tutti nuovi per l'Osservatorio anche quegli strumenti, che, come ho detto di sopra, esistono di già nel Gabinetto, cioè *Barometri, Termometri, Igrometri, Elettroscopj atmosferici*, e alcuni provvederne pur di nuovo, cioè un altro *Declinatorio Magnetico* (a cui sarebbe pur vantaggioso di aggiungere l'*Inclinatorio*, e il *Magnetometro*, strumenti a dir vero un poco costosi), e un altro *Igrometro* di SAUSSURE o di DELUC. Uopo, dico, sarebbe avere questi strumenti particolari, e destinati unicamente per l'Osservatorio Meteorologico; giacchè servendo quelli che ora abbiamo, tanto alle pubbliche ostensioni e sperienze, che soglio fare, come ho accennato, due volte la settimana nell'annesso Teatro Fisico, quanto alle private, che mi occorrono spesso or nel Gabinetto medesimo, or in casa, ognuno rileverà, che oltre l'inconveniente di andare a prenderli per ogni volta che bisognano, e giù recarli dall'Osservatorio per indi ripor-

[1] *In margine il Mns. presenta la seguente nota: « E de' Para-fulmini a tutto l'edificio nuovo e vecchio dell'Università ».*
[Nota della Comm.].

tarveli, mal converrebbe lasciarne privo il Gabinetto, ove stanno collocate o si mostrano a Dilettanti e Forestieri tutte le altre Macchine.

Ma non basta ancora di avere sempre pronti e appostati nell'Osservatorio Meteorologico gli strumenti da consultarsi sul luogo. I principali, cioè *Barometro*, *Termometro*, *Igrometro*, *Elettrometro* vorrebbero avere colassù in doppio, esattamente corrispondenti e concordi: e ciò per meglio assicurarsi di ogni osservazione col confronto, e molto più perchè venendo per accidente a guastarsi uno, e non potendosi al momento ristorare, vi possa supplire perfettamente l'altro compagno, talchè non abbia mai a mancare l'osservazione per nessuno di tali strumenti troppo essenziali alla Meteorologia.

Declinatorio magnetico ed altri Stromenti analoghi che hanno rapporto colla Meteorologia.

Restano gli strumenti magnetici, inservienti pure alla Meteorologia, e già nominati, cioè *Declinatorio* e *Inclinatorio Magnetico*, e *Magnetometro*; il primo dei quali massimamente ci scopre una grande relazione tra i fenomeni meteorologici e il Magnetismo, attesi i cangiamenti cui va soggetta in varj mesi e giorni, e a diverse ore dello stesso giorno, or periodicamente e grado a grado, ed ora a salto, la *declinazione dell'Ago Magnetico*; i quali cambiamenti sogliono accadere e più grandi, e più repentini per certe mutazioni di tempo, e singolarmente alla comparsa delle *Aurore Boreali*, come dimostrano le diligentissime osservazioni di Van SWINDEN, Fisico sagace e indefesso, e molto benemerito così del Magnetismo come della Meteorologia. È dunque di molta importanza sì per lo studio di quello, che per l'avanzamento di questa, l'osservare assiduamente tali vicende nella declinazione dell'ago magnetico in corrispondenza degli altri stromenti meteorologici. Anche l'*inclinazione* di detto ago, e la di lui forza attrattiva verso il ferro sono soggette ad alcune periodiche ed accidentali varietà, ma non così marcate: epperò anche gli altri due strumenti *Inclinatorio Magnetico*, e *Magnetometro* utili sarebbero; ma più importante, e direi quasi indispensabile è il *Declinatorio* [1].

Questi strumenti, che non ha per anco costrutti l'ab. RE, e che non conosce ancor bene, volendoli avere per favorire il nostro Osservatorio, andranno dunque commessi a Parigi o a Londra, dell'ultima più perfetta costruzione, quali sono gl'immaginati e descritti da M.^r COULOMB, da ADAMS, e da TIBERIO CAVALLO, e la spesa, senza saper io precisamente, e neppure all'incirca qual sia, prevengo che non sarà piccola. Io m'indirizzarei perciò volentieri, sicuro di

[1] In margine il Mns. presenta la seguente nota: « Debbono questi commettersi a Parigi o a Londra; e sono di non poca spesa, cui non sa il Prof.^{re} precisare ».

[Nota della Comm.].

essere ben servito, all'ultimo dei nominati, cioè al Sig.^r CAVALLO, membro della Società Reale di Londra, e come tale mio Collega, e dippiù amicissimo, che ha già servito me, e il Gabinetto di Pavia per altre provviste di Macchine.

Barometrografi, Termometrografi, ed altri Stromenti di tal fatta, che lasciano scritte le rispettive indicazioni coll'ora corrispondente.

V'ha in oggi un genere di Strumenti Meteorologici di nuova ingegnossima invenzione, e molto curiosi, cioè Barometri, Termometri, Anemometri, Pluviometri, che lasciano scritte a segni di matita le loro indicazioni per ogni ora e minuto del giorno, e della notte sopra tavolette regolate e mosse da un orologio: la qual cosa, supposto che riesca a dovere, torna a grande vantaggio e comodo dell'Osservatore, il quale può così visitare que' strumenti una sol volta al giorno, ed anche più di raro, e trovar notato tutto appuntino, meglio che visitando gli altri strumenti comuni le tre, le quattro, o più volte al giorno, come altronde si richiede per formare un buon Giornale meteorologico. Si chiamano, allorchè sono così costrutti, che scrivano nel modo suddetto, *Barometrografi, Termometrografi*, ec., e da alcuni anni sono molto predicati, e messi in voga; però non anco perfezionati a segno da ritrarne tutto quel profitto, che da' loro autori si vanta. Molte descrizioni or d'uno, or d'altro di tali strumenti *Meteorografici* si trovano nei Giornali e negli Atti delle Società Scientifiche. Tra i nostri Fisici Italiani si sono in ciò distinti il D.^r MOSCATI, il Cav. LANDRIANI, e il Sig. FELICE FONTANA, Direttore de' Gabinetti Fisici di S. A. R. il Gran Duca di Toscana.

Cotesti stromenti sono tutti, un poco più un poco meno, di molta spesa, e di difficile costruzione; ^[1] eccetto un Termometro, il quale, senza scrivere, lascia in altro modo segnato il massimo caldo, e il massimo freddo a cui è giunto, non indicandone però l'ora. Tale strumento non sol curioso, ma che ha la sua utilità, mostrato dal Cav. LANDRIANI (che ne aveva portato uno da Londra) al Canonico VENEZIANI ^[2], bravo Meccanico e Macchinista, e Dimostratore di Fisica in Brera, è stato immediatamente da questi imitato; anzi molti di tal fatta ne ha esso VENEZIANI eseguiti e regalati a' suoi amici, fra i quali uno a me. Questo Termometro dunque, assai meno operoso e costoso dei Termometrografi, Barometrografi, ec., non mancherà all'Osservatorio meteorologico, quando pure non vi manchino questi; i quali non sono poi assolutamente

^[1] *In margine il Mns. presenta la seguente nota: « Altro termometro che lascia solo indicato il maggior caldo, e il maggior freddo, a cui è giunto, senza notarne l'ora ».*

[Nota della Comm.].

^[2] *In margine il Mns. presenta la seguente nota: « Se ne fabbricano di questa specie in Milano; e non sono di tanta spesa ».*

[Nota della Comm.].

necessarj, anzi, dico francamente, neppur molto utili, finchè rimangono con quelle imperfezioni, che dubito grandemente non si possano loro levare, dipendendo in gran parte dalla troppa complicazione, dagli attriti ec. Molto meglio io giudico che sia, ed è certamente, di fare regolarmente le osservazioni più volte al giorno, e a tempi fissi sopra gli altri strumenti semplici ma esatti, di consultare, e. g. un Barometro che non scrive, ma segna appunto, e senza ritardo la vera altezza del mercurio, cioè l'attual pressione dell'aria. Ad ogni modo amerei ancor io di vedere il nostro Osservatorio meteorologico corredato anche di que' *Barometrografi*, *Termometrografi*, ec. se non fosse per altro, per farne l'ostensione a' scolari e a' curiosi di tali cose, per rilevarne col confronto le imperfezioni, e studiarne come, e quanto si possano ancora migliorare.

FREQUENZA RICHIESTA DELLE OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE.

Debbo ora, per compiere in qualche modo, a quanto mi viene superiormente ingiunto, dire e spiegare qualche cosa intorno al metodo di fare co' stromenti, che son venuto fin qui noverando, le osservazioni meteorologiche, acciò rispondano alla giusta aspettazione, e riescano veramente utili ed istruttive; e suggerire pur debbo quelle disposizioni e provvedimenti, che stimo necessarj per tal fine.

Ho già insinuato, che debbano consultarsi gli Stromenti meteorologici più volte al giorno, e a tempi determinati. Or i più opportuni sono ^[1]: 1.º intorno al levare del Sole, che suol essere il momento più freddo: 2.º due ore dopo mezzo giorno, che suol essere l'ora più calda: 3.º al tramontar del Sole, o poco dopo, allorchè s'alzano nuovi venticelli, e sopravvengono nebbie qua e là, e l'umido crepuscolare o la guazza: e 4.º verso mezza notte, tempo ordinariamente di men umido e di maggior calma.

Le osservazioni regolari, ed esatte a questi giornalieri periodi, in cui sogliono cader le maggiori differenze nella temperatura e nel peso dell'Aria, nell'umido e nell'Elettricità atmosferica, siccome pure nella declinazione magnetica, e i più notabili cambiamenti ancora di nuvolo o di rasserenamento, di vento o di calma ecc. sono quelle osservazioni appunto che meglio guidar ci possono all'acquisto di sempre nuove cognizioni nella, quanto vasta e difficile, altrettanto utile Scienza Meteorologica sì pratica, che speculativa, la quale dobbiam pur confessare essere, e per l'una e per l'altra parte, molto imperfetta ancora.

[1] *In margine il Mns. presenta la seguente nota: « Osservazioni fisse a quattro tempi del giorno: e perchè si prefiggano quelle tali ore piuttosto che altre ».*

[Nota della Comm.].

Sono esse poi, si può dir, necessarie [1], se non per tutti gl'istromenti meteorologici sovramenzionati, almeno per il Termometro, il Barometro, l'Igrometro e l'Elettroscopio; anzi pe' due primi così necessarie, che, senza di esse, cioè se non s'istituiscano tali osservazioni barometriche, e termometriche appuntino e religiosamente le dette quattro volte al giorno, o almeno almeno tre (lasciando per avventura quella di mezza notte), non è guari possibile di determinare pel paese ove ci troviamo l'annuo *calor medio*, e il mensile, nè la *media altezza barometrica*: cognizioni cotanto importanti, la prima che riguarda il calore, per giudicare e istituire un giusto paragone tra il *Clima Fisico e Astronomico*; la seconda, per determinare ben anche l'*elevazione del suolo sopra il livello del Mare*, e confrontare così il Calcolo barometrico colle altre misure geodetiche. Tali cognizioni, torno a dire, si possono acquistare solamente colle osservazioni del Barometro, e del Termometro, ripetute tre o quattro volte al giorno ne' tempi sopra prefissi: il che è già un gran guadagno, oltre il vantaggio degli altri confronti diretti, del calor medio cioè, e della media altezza barometrica tra il nostro paese e gli altri, come Padova e qualche altra Città in Italia, Losanna, Ginevra, Marsiglia, Lione, Parigi, Londra, Edimburgo, Amsterdam, Mannheim, Vienna, Berlino, Stokolma, Pietroburgo, e molte altre Città fuori d'Italia, ed anche fuori d'Europa, in cui sono eretti Osservatorj Meteorologici, e se ne pubblicano regolarmente i Giornali.

Al quale proposito non possiamo non dolerci, che sì pochi sieno in Italia gli Osservatori Meteorologici [2], intendo quelli, in cui si pratichino con un compito assortimento di stromenti i più esatti, o almeno con i migliori Barometri e Termometri, osservazioni metodiche eseguite in modo da ricavarne appunto il *calor medio* sì annuo che mensile, e la *media altezza barometrica*: per nulla dire di altre generali deduzioni, e. g. della quantità media della pioggia e della neve per ciascun paese, dei venti dominanti, del numero de' temporali ec. Parlo di tali osservazioni meteorologiche compite, e che abbracciano tutti questi oggetti, e fatte con quella attenzione e assiduità che si richiedono per ricavarne gli accennati generali risultati, ed altri importanti; e torno a dire, che abbiám ragione di dolerci, e fa veramente pietà, che manchino siffatte osservazioni per le principali Città d'Italia: giacchè per delle osservazioni incomplete e staccate, e con istromenti non i migliori, ne abbiamo qua e là in diversi siti, presso a molti e Professori, e Dilettanti, ma che non si pubblicano, o pubblicate a poco o nulla giovano. Infatti chi tien conto solamente

[1] *In margine il Mns. presenta la seguente nota: « Opportunità delle osservazioni a que' tempi marcati, specialmente per ricavare il medio calor annuo, e la media altezza barometrica ».* [Nota della Comm.].

[2] *In margine il Mns. presenta la seguente nota: « Mancanza a questo riguardo, e scarsezza in generale di osservazioni meteorologiche in Italia ».* [Nota della Comm.].

del Barometro, e chi del solo Termometro; chi d'ambedue, ma non li consulta che una o due volte al giorno, ed irregolarmente; chi tiene il Termometro o chiuso o male esposto; chi... Ma è inutile il rammentare i tanti difetti ed errori che si commettono nelle osservazioni meteorologiche da chi pur pretende di saper osservare, e non sa, e da chi anche sapendo non è dotato di quell'industria e indefessa pazienza, che si ricerca.

Questa mancanza nella bella e colta Italia va a tal segno [¹], che il sig. KIRWAN, in un'opera veramente insigne, pubblicata nel 1787, che ha per titolo *Estimazione della Temperatura di differenti Latitudini* (*An Estimate of the Temperature of different Latitudes. London.*) nella quale ha raccolte con sommo studio e diligenza le osservazioni termometriche, fatte con quell'accuratezza, assiduità e metodo, che si ricercano per ricavarne la temperatura media, in più di quaranta Città e Luoghi dell'Inghilterra, Olanda, Francia ed Elvezia; della Germania, Svezia, Russia e Siberia; dell'Asia, Africa, America e delle Isole; per la nostra Italia non ha trovato che Padova, che gli abbia offerte ben fatte e ben registrate per qualche serie d'anni, le congrue osservazioni, che sono quelle già del marchese POLENI e dell'abate TOALDO.

Eppure vi sono tanti luoghi in Italia [²], tante Città, e molte principali, che per la geografica lor situazione, per Mari e Monti vicini, e pel concorso di altre circostanze debbono interessare moltissimo la Scienza Fisica dei Climi, e di tutta la Meteorologia: tali sono Torino, Genova, Livorno, Pisa, Venezia, Mantova, Bologna, Firenze, Roma, Napoli, Messina, Palermo, Cagliari, Malta, qualche Città della Corsica ec. ed oltre le Città, alcuni Luoghi nell'elevazione degli Appennini, come Pietra-Mala, Radicofani ecc. Qual vantaggio non sarebbe il poter conoscere di tutti questi siti il calor medio annuo e mensile, e la media altezza barometrica in un cogli altri fenomeni meteorologici e risultati più rimarcabili? Ma appunto di tutti questi siti mancano le rispettive osservazioni esatte e compite, le quali si può dire che manchino per tutta l'Italia, eccetto Padova. Vero è che a Verona e a Vicenza, a Torino ed a Milano, e in qualche altra Città si fanno da alcuni anni, e si pubblicano in forma di tavole di mese in mese e di anno in anno, delle osservazioni meteorologiche; ma quali osservazioni, quanto povere e imperfette! Vi noteranno il massimo caldo e il massimo freddo, la massima e la minima altezza barometrica osservatasi in un mese; i giorni sereni e i nuvolosi, quelli di pioggia e di neve; e nulla o poco più altro? Ma di grazia si può mai essere contenti di ciò? Stando anche solo alle osservazioni del Barometro e del Termometro, con tra-

[¹] In margine il Mns. presenta la seguente nota: « Quanto sia deplorabile tal mancanza ».

[Nota della Comm.].

[²] In margine il Mns. presenta la seguente nota: « Città, e Luoghi in Italia per geografica situazione ecc. interessantissimi per la Meteorologia ».

[Nota della Comm.].

lasciare e le osservazioni igrometriche sì interessanti, e quelle sulla giornaliera elettricità atmosferica, che più o men pacata e blanda domina sempre anche a Ciel sereno, e fuori eziandio di temporali, in cui si fa strepitante e variabilissima, soggiace ad insigni mutazioni per le nebbie, le piogge, la neve, per gli annuvolamenti e rasserenamenti, al cader della rugiada ecc. tralasciando, dico, le osservazioni relative all'umido, e all'Elettricità dell'Aria, che sono pur due de' principali Agenti meteorologici, la cui influenza è sì grande sugli altri fenomeni, e stando solo alle osservazioni del Barometro e del Termometro; e come mai potranno ricavarsene la media altezza barometrica, e il calor medio, cioè l'annua temperatura e quella d'ogni mese, tutte cose che importa moltissimo di sapere per tante belle ed utili applicazioni e confronti? Come potranno ricavarsi questi, ed altri generali risultati essi pure interessantissimi, se non si fanno appostamente e immancabilmente tali osservazioni barometriche e termometriche tre o quattro volte al giorno a tempi prefissi, cioè a quelle ore presso a poco che ho sopra indicate, e se tutte coteste osservazioni non si registrano puntualmente nel giornale? Sono dunque (apertamente il dico) troppo meschine quelle tavole meteorologiche, che ci si danno, e non ne siamo punto contenti. Vorremmo almeno vederci notata ciascuna osservazione coll'ora corrispondente, per essere sicuri che non sono state fatte vagamente e a salto, ma con metodo, e per giudicarne, e ricavarne noi stessi quelle conseguenze ed applicazioni, che ci parrebbero.

Ma a che m'affatico, e do noja altrui con criticare le scarse osservazioni meteorologiche che si fanno in pochi luoghi d'Italia, e senza buon metodo, e quindi le tavole imperfette, che se ne pubblicano? La cosa è pur troppo notoria; e perciò appunto la R. Corte e il M. P. C. vogliono, che montandosi l'Osservatorio Meteorologico di Pavia, questo sia in tutte le sue parti compito, e regolato, non solo quanto al corredo delle Macchine e Stromenti, ma sì anche collo stabilire quel metodo per le cotidiane osservazioni, e per la loro pubblicazione, che possa essere il più confacente per ritrarne il maggior profitto, e per accreditare appresso i Dotti, ed Italiani ed Esteri, questo nuovo utilissimo stabilimento [¹].

.....

[¹] *Segue una parte riguardante un « Metodo pratico e direzioni per le periodiche osservazioni de' singoli Stromenti », ed un « Esemplare della giornaliera Tabella divisa in Colonne per ciaschedun Istromento; e spiegazione della medesima ». Il primo argomento è completamente assorbito dal « 2° Discorso sugli istrumenti meteorologici » che si pubblica nel N° XCV (C), con un esemplare della giornaliera tabella, ricavata dal « Prospetto di un compito Osservatorio meteorologico » (Arch. St. Milano).*

[Nota della Comm.].

PROGETTO DI ALTRI DUE OSSERVATORI METEOROLOGICI A MANTOVA E A MILANO

.....
Vengo ora al progetto, che mi son riservato di fare in ultimo, utile a detta scienza, a' miei studj, ed anco a' miei interessi. Propongo dunque, che le regolari assidue Osservazioni Meteorologiche, giusta il Piano descritto, vengano intraprese non solo a Pavia per l'Università, ma sibbene a Mantova ed a Milano [1].

È cosa molto importante di conoscere il *Clima Fisico*, e il complesso de' fenomeni meteorologici della Lombardia. Or per questo non bastano le osservazioni che posson farsi a Pavia, per quanto siano accurate ed estese; se ne ricercano in qualche altro luogo fatte coll'istesso metodo. Facciansi dunque nelle altre due Città nominate, le più grandi e ragguardevoli dello Stato, in ciascuna delle quali vi sono Scuole Pubbliche in fiore, e valenti Professori di Fisica, e Macchine. A Mantova [2] avviene di queste un bell'assortimento. A Milano più poche, ma questo non fa: se ne possono provvedere fuori, e far costruire in paese; e quanto agli strumenti meteorologici, quei che mancano sarà facile ordinarli assieme a quelli che debbono ordinarsi per Pavia. Intanto esiste già costì in Brera l'Osservatorio Astronomico [3], che può servire ancora, e serve già infatti di Osservatorio Meteorologico, talchè vi si fanno, bene o male che vi si facciano, cotidiane osservazioni, e si pubblicano in fin di mese. Fa dunque mestieri soltanto di dare alle medesime maggiore estensione, e riformarne il metodo. Una grande comodità [4] altronde si può avere in tanti sog-

[1] *In margine il Mns. presenta la seguente nota:* « Utilità e bisogno di più di un Osservatorio nella nostra Lombardia ». [Nota della Comm.].

[2] *In margine il Mns. presenta la seguente nota:* « Disposizioni, che già vi sono a Mantova; assortimento di Macchine ». [Nota della Comm.].

[3] *In margine il Mns. presenta la seguente nota:* « E più a Milano. Specola di Brera, inseriente anche ad Osservazioni Meteorologiche ». [Nota della Comm.].

[4] *In margine il Mns. presenta la seguente nota:* « Soggetti che vi hanno impiego ed abitazione ». [Nota della Comm.].

getti abilissimi addetti alla Specola, e che hanno l'abitazione in Brera. Di questi se uno o due fossero incaricati delle cotidiane osservazioni meteorologiche, e uno dell'á direzione e soprintendenza, verrebbe servito egregiamente co-testo osservatorio; tanto più che altri vi sarebbero sempre in sussidio per le accidentali mancanze di questo o di quello.

Sarebbe dunque peccato, che coi mezzi, e colle disposizioni, che già vi sono, non si montasse a dovere l'Osservatorio Meteorologico in Milano, in guisa di potersi quivi formare un compito Giornale di Osservazioni, e pubblicarlo a vantaggio pubblico, e ad onore di cotesta Metropoli, non meno che della già tanto splendida e rinomata sua Specola di Brera.

Si obietterà, che Milano è troppo vicino a Pavia ^[1], perchè debbasi credere necessario, e neppure di molta utilità di fare le osservazioni meteorologiche tanto estese e accurate sì nell'una che nell'altra Città; e che l'apparato e la spesa per due siffatti stabilimenti, sono troppo considerabili in confronto del piccolo vantaggio, che se ne ritrarrebbe; che per conseguenza basta se ne faccia l'erezione nell'una o nell'altra Città.

Ma io rispondo ^[2], che in questo caso sarebbe più spedito di eseguire e compiere tale stabilimento a Milano, che a Pavia, per le seguenti ragioni. Primieramente costì in Brera si è già intrapreso da qualche anno un corso di osservazioni meteorologiche, le quali, per imperfette che siano state fino ad ora, ci danno pure alcuni risultati da valutarsi, e servir possono altronde d'incamminamento a quelle più esatte ed estese, che si faranno col nuovo metodo.

In secondo luogo a Milano per la maggiore vicinanza dei Laghi, e delle Alpi, è più vario lo stato del Cielo, e più frequenti sono i cambiamenti nei venti, piogge, e temporali, e quindi nelle indicazioni barometriche, termometriche, igrometriche ed elettriche, che non a Pavia, dove per le eterne nebbie d'autunno e d'inverno, e le lunghe siccità d'estate, e la calma abituale, o almeno il poco variare dei venti, il tutto è più monotono, sicchè per giorni e settimane gl'istrumenti meteorici dicon sempre lo stesso. Non così a Milano, la cui atmosfera più ventilata e più scossa, soggetta a cambiamenti più notabili, e più improvvisi, segnatamente ai temporali, dà luogo ad osservazioni in maggior numero, e più istruttive per la scienza meteorologica ^[3].

^[1] *In margine il Mns. presenta la seguente nota: « Obbiezione della troppa vicinanza di Milano a Pavia ».* [Nota della Comm.].

^[2] *In margine il Mns. presenta la seguente nota: « Risposta. Utilità maggiore che apporterebbero le osserv. meteor. fatte a dovere in Milano, che simili fatte in Pavia.*

1° Perchè già incominciate.

2° Perchè più vario a Milano lo stato del Cielo, e più frequenti i cambiamenti ».

[Nota della Comm.].

^[3] *Il V. chiude questa parte del Mns. chiedendo di essere traslocato a Milano.*

[Nota della Comm.].

XCV (B).

DISCORSO
SUGLI ISTRUMENTI METEOROLOGICI

E MANIERA DI FARE CON ESSI LE OSSERVAZIONI GIORNALIERE
RECITATO NELL'AULA DELL'UNIVERSITÀ
IL GIORNO 4 GIUGNO 1793
PER LA PROMOZIONE DI QUATTRO AGRIMENSORI

4 Giugno 1793.

FONTI.

STAMPATE.

Voltiana, Como, 1899, pg. 39.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **K 15.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da K 15.

DATA: da K 15.

K 15: è la redazione autografa di un discorso sugli strumenti meteorologici. La seconda parte del corpo centrale di K 15 è, salvo qualche variazione, letteralmente riportata dal « *Prospetto di un compito Osservatorio Meteorologico* » pubblicato nel N° XCV (A); mentre la prima parte risulta generalmente assorbita dal « 2° *Discorso sugli Istromenti Meteorologici* », che si pubblica nel N° XCV (C): epperò di K 15 si pubblica qui solo il principio; le varie aggiunte, che la parte centrale di K 15 presenta nei confronti del precitato « 2° *Discorso* », verranno pubblicate in note apposte a quest'ultimo, nel successivo N° XCV (C).

Più d'una volta, Magnifico Rettore, Professori sapientissimi, illustri Candidati, Uditori tutti ornatissimi, più d'una volta ho tenuto discorso da questo luogo di argomento meteorologico. E ben mi par degna questa bella parte di Scienza, che più di tutto occupi ogni studioso della natural Filosofia. Essa è il più nobile scopo, a cui vadano a terminare tutte le altre ricerche della Fisica speciale; ciascun ramo della quale offre e molte e varie applicazioni alla Meteorologia. Quali sono infatti i capi, a cui tutto si riduce nella Fisica particolare, quali i soggetti di cui si tratta? Non sono il fuoco, la luce, l'aria, l'acqua, l'elettricità, il magnetismo? Ecco i grandi e universali agenti, che modificano tutti quanti i corpi, che son cagione dei tanti e sì varj fenomeni e mutazioni che si osservano. Or se i medesimi influiscono più di tutto sulle modificazioni dell'Atmosfera, e nel suo seno in singolare maniera campeggiano, può ben dirsi, che del Regno atmosferico più che d'altro si occupa la Fisica particolare. Quanto infatti non fa ella di ricerche sull'Aria, che costituisce l'Atmosfera stessa, e sulle di lei qualità; delle quali non poche neppur sospettate per l'addietro si son scoperte in questi ultimi anni? Quanto non suda sulla teoria dei Venti, sì costanti e periodici che variabili, che agitano l'Atmosfera? Così ella pure si occupa intorno al suono, che per essa aria, qual suo proprio veicolo, si propaga; al caldo e al freddo, che vi si alternano; alla luce che l'attraversa e rischiarava; all'Elettricità che vi domina, ora pacata e blanda, ora strepitosa e fulminante; ai vapori che vi salgono e nuotano, quando disciolti, quando condensati in nebbia e in nuvoli, per indi ricadere sotto diverse forme di rugiada, di pioggia, di neve, di grandine. Queste ed altre *Meteore acquée*, tralle quali annoveransi eziandio le Trombe di mare e di terra; e non solo queste, ma tutte quante le Meteore, e le così dette *enfatiche*, cioè l'Iride, i Parelj, le Corone; e le *Ignée*, Folgori, Bolidi, ossia globi volanti di fuoco, Stelle cadenti, Fuochi fatui, Aurore boreali; tutti codesti fenomeni, dico, di cui l'Atmosfera è il teatro, formano il soggetto più bello e più grande della Fisica particolare.

• Avendovi dunque or dell'uno or dell'altro, or di molti insieme di cotai fenomeni intervenuti, nobilissimi Uditori, ne' diversi miei ragionamenti in cui mi sono studiato di avanzare qualche passo e penetrare più addentro nella spiegazione e teoria de' medesimi; stimo opportuno, lasciando per questa volta la parte speculativa, di rivolgere oggi il discorso alla Meteorologia pratica. Non mi tratterò a mostrare di quali e quanti vantaggi riuscire debba alla Fisica in generale, all'Agricoltura, alla Medicina, alla Nautica, e ad altre Arti un buon Giornale Meteorologico, e quanto diletto e soddisfazione rechino per sè stesse le osservazioni di questo genere, malgrado che esiggano e tempo e pazienza molta, a chi intraprese avendole con buon metodo, va proseguendole con costanza ed assiduità. Passerò a dirittura a indicare qual esser debba l'Osservatorio, di quali stromenti fornito; e come disposti; con quali attenzioni vogliansi fare le rispettive osservazioni, con qual frequenza, ordine, e metodo.

Quanto al luogo e forma dell'Osservatorio poco mi occorre di dire. Questo starebbe meglio fuori di Città, o fuori almeno del più folto abitato. Però anche nel mezzo delle case può servire benissimo una torretta elevata discretamente sopra il resto del fabbricato, nella quale abbiavi una camera di discreta capacità con quattro finestre rivolte che guardino i quattro venti, e sopra o allato un terrazzo scoperto e contornato da ringhiera. In mancanza di simile torretta una camera qualunque all'alto sarà buona, secondo che troverassi più sgombra d'attorno, e aperta ai venti.

Veniam dunque agli stromenti. Molti si contentano delle osservazioni giornaliere del *Barometro* e del *Termometro*, a cui aggiungono tutt'al più quelle dell'*Igrometro*: ma quanto vi manca ancora per un compito Giornale meteorologico? Basterà dunque di notare il peso, la temperatura, e l'umidità dell'aria? Quasi che non accadessero altre insigni mutazioni nell'Atmosfera. Alcuni pertanto vi aggiungono l'*Anemoscopio* e *Anemometro* per i venti: un *Pluviometro* per misurare la quantità e durata della pioggia, neve, ec. e un *Atmidometro* per misurare la quantità dell'evaporazione, che succede ne' varj giorni ed ore all'aria aperta. Ma ciò non basta ancora per un completo apparato meteorologico. Mancano gli apparati per l'Elettricità atmosferica, soggetta a tante variazioni e vicende e per il Magnetismo variabile anch'esso a diversi tempi e costituzioni dell'Atmosfera [1].

[1] A questo punto, segue in K 15 una parte che è assorbita dal « 2° Discorso sugli Istromenti Meteorologici », che si pubblica nel N° XCV (C), indi un'altra parte, la quale è letteralmente riportata nel « Prospetto di un compito Osservatorio Meteorologico » pubblicato nel N° XCV (A).

[Nota della Comm.].

XCV (C).

2° DISCORSO

SUGLI ISTRUMENTI METEOROLOGICI

SULLA MANIERA DI FARE REGOLARMENTE LE OSSERVAZIONI

E FORMARE UN COMPITO GIORNALE

RECITATO NELL'AULA DELL' UNIVERSITÀ

IL GIORNO 15 MAGGIO 1794

PER LA PROMOZIONE DI DUE INGEGNERI ED UN AGRIMENSORE

15 Maggio 1794.

FONTI.

STAMPATE.

Atti R. Ist. Lomb., Milano, Vol. II,
1861, pg. 246.

Br. Bibl., T. IV, 1788, pg. 133.

Ant. Coll., T. III, pg. 385.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **K 17**; K 15; H fot. 8; H 40;
H 45; H 48; H fot. 9; I 22.

Arch. St. Milano. Autografi di A. Volta.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da K 17.

DATA: da K 17.

K 17: è la redazione autografa del «2° Discorso sugli Istrumenti Meteorologici», che fu pubblicato negli Atti R. Ist. Lomb., vol. II, 1861, pg. 246, per cura del prof. Magrini; questo discorso si dà per intero, corredato dall'esemplare della giornaliera tabella delle osservazioni meteorologiche, tratta dal «*Prospetto di un compito Osservatorio Meteorologico*», esistente presso l'Arch. St. Milano e che in parte venne pubblicato nel precedente N° XCV (A). Questo «2° Discorso sugli Istrumenti Meteorologici» assorbe la prima parte del corpo centrale di K 15 (che in parte fu pubblicato nel N° XCV (B)), salvo variazioni e lievi aggiunte presentate in più da K 15, le quali vengono, in questo Numero, riportate nelle note.

Br. Bibl.: è un estratto di una lettera al Brugnatelli, in data 20 agosto 1788, nella quale il V. espone le sue idee intorno al magnetismo terrestre: questa lettera, che si pubblica alla fine di questo Numero, comparve pure in Ant. Coll. T. III, pg. 385.

I seguenti Mns. contengono appunti di osservazioni meteorologiche compiute dal V.:

I 22: osservazioni dall'8 al 18 maggio 1787 (vedasi il N° LXXXIX (A)).

H fot. 8: osservazioni dal 20 gennaio all'8 febr. 1794.

H 40: osservazioni dal dicembre 1795 al 16 maggio 1796.

H 45: osservazioni dal 26 settembre al 30 ottobre 1798.

H 47: osservazioni dal 19 maggio 1799 al 16 settembre 1800.

H 48: osservazioni dal 17 settembre al 31 agosto 1801.

H fot. 9: osservazioni dal 6 giugno al 21 giugno...

Dopo avere nei precedenti anni (Magnifico Rettore, dottissimi Professori, egregj Candidati, Uditori umanissimi, ornatissimi), tenuto ragionamento da questo amplissimo luogo or d'uno or d'altro fenomeno meteorologico, presi allo scadere dell'anno ultimo passato per soggetto la meteorologia pratica, proponendomi d'indicare qual debba essere l'osservatorio meteorologico, di quali strumenti fornito, e come costrutti e disposti; con quali attenzioni vogliansi fare le rispettive osservazioni, con qual frequenza, ordine, e metodo: ma non potendo tutto comprendere in quel solo discorso, in cui mi trattenni principalmente a dar un'idea degli strumenti, cioè Barometri, Termometri, Igrometri, Elettrometri ed Apparati per l'Elettricità atmosferica, Anemometro, Pluviometro, Atmidometro, Declinatorio magnetico, ec., della miglior costruzione e disposizione dei medesimi, e dei loro usi; poche cose, e soltanto generali, furon da me dette riguardo la necessaria frequenza delle osservazioni, e il modo pratico di farle. Il perchè, prevenni, che ciò avrei compito in un altro discorso, proseguendo a dichiarare qual metodo debbasi tenere; quali avvertenze e cautele praticare nel consultare i diversi stromenti; come e dove vada ciascuno disposto e collocato; in qual maniera finalmente convenga registrare le osservazioni per formarne un compito e distinto giornale. Or eccomi pertanto a soddisfare all'impegno preso.

Primieramente la persona abile e intelligente dedicata a queste osservazioni, debbe fissare i tempi per farle regolarmente ogni giorno; e questi tempi voglion essere, per le ragioni spiegate già nell'altro discorso, quattro, o almeno tre immancabilmente, il primo al levar del sole, o poco dopo; il secondo due ore circa passato mezzodì; il terzo al cader del sole; il quarto (che potrebbe forse dispensarsi) verso mezzanotte.

Oltre queste tre o quattro volte debbe la persona medesima essere a portata di salire prontamente all'Osservatorio, in qualunque altr'ora fuori delle segnate, cioè ad ogni straordinaria mutazione di tempo, in cui importa

grandemente di consultare gli strumenti meteorologici, Barometro, Termometro, Igrometro, Anemometro, Elettrometro atmosferico, e Declinatorio magnetico.

Dicendo persona abile ed intelligente, non intendo già che debba essere quegli che fa e che registra le materiali osservazioni versatissimo nelle teorie fisiche, giacchè basta che intenda cosa indica ciascheduno stromento, sappia osservarli sottilmente, ed abbia cognizione della struttura e giuoco de' medesimi, onde poter accorgersi tosto de' vizj e difetti che vi si possono introdurre. Così il fisico può, in caso di sua assenza, e in altre occorrenze, servirsi di un sostituto, che abbia tali abilità, e sia poi diligente e fedele in notare le osservazioni: sarà però sempre meglio quando potrà farle e scriverle egli medesimo.

A lui poi, e non ad altri, s'aspetta di fare alla fine di ciascun mese lo spoglio, e la riduzione delle note e tabelle d'ogni giorno, per trasportar tutto in altre tabelle più acconcie, le quali presentino in un ben inteso ordine non solamente le nude osservazioni, in serie, ma i principali risultati, in modo che possano tali tabelle e riduzioni pubblicarsi con onore, e con vantaggio della Scienza.

Vengo ora a parlare di proposito e più in dettaglio del metodo da tenersi, e delle particolari avvertenze da aversi nel consultare ciascuna volta ogni e singolo stromento meteorologico; tutti quelli cioè, che abbiamo annoverati come necessarj a un compito assortimento, e dell'uso e utilità de' quali abbiam pur dato un'idea nell'altro ragionamento. Additando come e in qual serie vogliano interpellarsi uno per uno, non lascerò d'indicare nell'istesso tempo il dove, e il come debba essere ciascheduno collocato e disposto, quale cioè in mezzo della camera, quale appeso al muro, qual dentro, qual fuori, e quivi o intieramente scoperto, o difeso sopra e d'attorno dalla pioggia, dal sole, dal vento. Tutto questo, e in generale il metodo può essere in qualche cosa diverso, secondo le circostanze, massime per ciò che riguarda il prima e il dopo che si vuol concedere a questo o quello strumento, e secondo che ciascun Fisico Meteorologo troverà per sè più comodo e spedito; ma il metodo ordinario ch'io praticherei, e insegnerei ad altri di praticare, è il seguente.

Salito l'Osservatore alla camera degli strumenti, la quale abbiam pure descritto qual esser debba, si faccia a consultare

1.º Il *Termometro* esposto fuori della finestra in luogo, ove non sia percosso dal sole, e neppur sentane il calor riflesso da muri, ecc., talchè noti semplicemente la temperatura dell'aria.

Sarà bene consultare anche un altro termometro dentro della camera, appeso al muro dalla parte di tramontana; e tener nota di ambedue.

È inutile poi il dire, che debbon essere questi strumenti esattissimi, e corrispondenti fra loro, con i gradi sia di REAUMUR sia di FAHRENHEIT ben di-

stinti. Ma ciò non basta: vuolsi che abbiano la scala con gradi assai distanti uno dall'altro, talchè osservar si possano distintamente fino i 10^{mi} di grado Reaumuriano, o almeno i quarti.

2.^o Esaminati bene i due Termometri, si porterà l'occhio sopra l'*Igrometro* [1], esposto similmente fuori della finestra, vicino a quel Termometro, difeso come lui dal Sole, e riparato con particolar cura dalla pioggia; talchè abbia a sentire tutta l'influenza dell'aria più o men umida, ma non mai ad essere tocco da alcuna goccia.

Sarà questo o l'*Igrometro* a capello di SAUSSURE, o meglio l'altro a listerella d'osso di balena di DELUC, ambi sensibilissimi, e comparabili: e se ne avranno parimenti due affatto concordanti, cioè, oltre quello esposto fuori, un secondo dentro la camera; e ciò per osservare la differenza d'umido tra l'aria esterna e l'interna.

3.^o Dall'*Igrometro* si passerà al *Barometro*: ad uno di quei barometri, di cui ho nell'altro discorso fatta menzione [2], col pozzetto a borsa di pelle premuta da una vite, per ridurre il livello del mercurio sempre all'istesso segno; e col *Nonio* in cima, mediante il quale si vengono a distinguere nell'altezza della colonna barometrica, non che le mezze linee e i quarti, ma le 10^{me} le 20^{me} , le 50^{me} di linea. A noi però basterà, che tal nonio segni le 14^{me} ; e sarà così più spedito e comodo per le correzioni che debbono farsi all'altezza barometrica corrispondentemente alla maggiore o minor dilatazione del mercurio pel maggiore o minor calore, cui si trova esposto: saran, dico, le 14^{me} di linea la più comoda frazione, corrispondendo la differenza di $\frac{1}{14}$ di

[1] *Nei riguardi dell'Igrometro in K 15 pg. 5, 6, trovasi quanto segue: [Nota della Comm.].*

« Riguardo all'*Igrometro*, se niuno dei molti immaginati può dirsi ancora perfetto, quello « però di SAUSSURE a capello, e il non molto dissimile a listerella d'osso di balena di DELUC « hanno oltre ad altri pregi la prerogativa d'essere comparabili, e sensibilissimi, massime il « primo. Egli ha però il difetto di avere verso l'umido estremo due marcie, una contraria all'altra, per cui finalmente si fa retrogrado di alcuni gradi toccato che abbia il termine, ove « a tale umidità continui a stare esposto, e molto più ad una sovrabbondante. Ciò che non « fa l'*Igrometro* di balena, il quale sta fisso in simili circostanze al suo punto estremo; e avendo « una sola marcia percorre anche molti più gradi che l'altro per quelle variazioni d'umido, « che sono non molto lontane dall'umidità estrema, e che sono naturalmente più battute. Quindi « è che malgrado la lentezza de' suoi moti in confronto dell'*Igrometro* a capello, consiglierai « l'Osservatore Meteorologo a valersi di questo di DELUC preferibilmente, come già si pratica « nell'Osservatorio della Società R. di Londra; sebbene i più ancora dei Fisici si attengano « all'altro di SAUSSURE ».

[2] *Nei riguardi del Barometro in K 15, pg. 4, 5, trovasi: « Il Barometro, oltre all'essere « purgatissimo d'aria, mercè di avervi fatto replicatamente bollir dentro il mercurio, vuolsi « di tal costruzione, che l'altezza della colonna si misuri sempre dal preciso livello inferiore, « facendone l'opportuna correzione: sarà dunque o un Barometro a sifone alla maniera di « DELUC, o a quella di RAMSDEN e di altri, col pozzetto a borsa di pelle premuta da una vite, « per ridurre detto livello del mercurio sempre all'istesso segno ». [Nota della Comm.].*

linea nell'altezza barometrica (intorno ai 28 pollici) [1] prossimamente ad un grado termometrico di REAUMUR, onde poi riesce facilissima la necessaria correzione.

Ora per tal correzione si comprende, che annesso al Barometro medesimo deve andare un Termometro, non servendo a tal oggetto quello che sta fuori della finestra, in tempo che il barometro sta dentro della camera, ogni qualvolta v'ha differenza tra la temperatura esterna ed interna, come accade per loppì.

Ecchè dunque non ha bisogno il Barometro di stare anch'egli di fuori esposto? Per niun modo, poichè la pressione dell'aria, ch'ei ci dinota, si esercita egualmente nella stanza, che fuori. Si riterrà dunque a maggior comodo esso Barometro dentro; e solo si baderà, che o appeso ad una delle muraglie, o sospeso comunque, si tenga in perfetta posizione verticale.

All'atto poi dell'osservazione, si avrà cura, prima di ridurre il *nonio* al punto giusto, di percuotere leggermente a più colpi colla nocca del dito la tavoletta, sulla quale sta applicato il tubo barometrico, per iscuotere il mercurio, ed ajutarlo a salire e comporsi alla sua vera altezza, dalla quale per l'inerzia, e per l'adesion sua al vetro, avvien sovente che resti addietro quando un quarto, quando mezza linea, e quando più.

4.º All'osservazione del Barometro mi piace di far succedere quella dell'*Elettrometro* [2], che si porterà in contatto del *filo conduttore* comunicante

[1] A questo punto K 15, a pg. 5, presenta in più la seguente aggiunta: « che è la media altezza barometrica in questi paesi, e in altri non molto elevati sopra la superficie del Mare, « corrispondendo, dico, prossimamente la differenza di $\frac{1}{14}$ di lin. ad un grado termometrico « Reaum.; ».

[Nota della Comm.].

[2] Nei riguardi delle Osservazioni sull'Elettricità Atmosferica, K 15 a pg. 7, 8, premette le seguenti considerazioni:

[Nota della Comm.].

« vengo agli apparati per l'Elettricità atmosferica. Quanto importino le osservazioni intorno « a questa ben si comprende da chi conosce e sa quanta parte essa abbia ne' fenomeni meteo- « rologici, or come causa prima, or come concomitante, or come effetto, e che dominando sempre « nell'Atmosfera un'elettricità ora di eccesso ora di difetto, e a gradi sempre varj di forza, da « quello stato in cui l'osserviamo più di frequente, pacata e blanda, fino al comparire strepi- « tante, e fulminante ne' temporali, non che essere questa primario agente, regge essa in gran « parte e modera la formazione e andamento de' vapori, delle nubi anche non temporalesche, « delle piogge ecc. Or dunque quali stromenti s'impiegheranno per esplorare la giornaliera elet- « tricità atmosferica? Si conosce da un pezzo il *Conduttore Frankliniano*, o adattato unicamente « per oggetto di sicurezza a garantire gli edificj da' danni del fulmine, o costruito come essere « dee all'uopo nostro, in guisa, che essendo convenientemente isolato, serva a presentare al- « l'osservatore i segni dell'Elettricità atmosferica anche la più vigorosa senza pericolo, mediante « il così detto *filo di salute* destinato a ricevere ed a guidare innocuamente fin sotto terra le « scariche troppo forti. Questa spranga *Frankliniana*, che s'innalza isolata verso le nuvole « dovrà essere piantata in cima dell'osservatorio, o della casa, e mandare l'annesso filo condut- « tore pur isolato, acciò possa esplorarsene l'elettricità, nella camera delle osservazioni: al qual

alla *spranga di Franklin*, ed isolato, per esplorare l'elettricità dell'atmosfera, cioè osservare se quella vi domina al grado di fare dar segni a tale apparato Frankliniano, di quale specie ella sia, positiva cioè o negativa, e di qual forza.

A riserva però de' temporali, di nuvoli gravidi di neve, e di certi scrosci di pioggia, raro è, che ci dia segni di elettricità il sopradetto conduttore Frankliniano, se non trovisi moltissimo innalzato, e conservi un perfetto isolamento: la qual cosa, stando l'apparato esposto continuamente ad ogni intemperie d'umido, non è da sperarsi per lungo tempo. Adunque per lo più tace l'elettricità in questo apparato, tuttochè regni non debolissima nell'aria che gli sta sopra e d'attorno, o appena ne appare qualche debolissimo segno, e quasi insensibile nell'improvvisi anniebbiamenti e rasserenamenti, al cader della rugiada, e in qualche altro tempo, in cui si faccia considerabilmente più forte, come già si è detto [1].

Ma non così nell'altro mio apparato assai più maneggevole, e di cui si può meglio custodire l'isolamento; apparato, che ho descritto nelle *Lettere sulla Meteorologia Elettrica*, pubblicate in più d'un Giornale, e di cui ho fatto già menzione nell'altro discorso: il qual apparato consiste in una lunga canna, che montata sopra un piede isolante, e munita in cima d'una picciola lanterna in cui arde un candelino, si manda fuori da una finestra ov'è più aperta e sgombra l'aria, ogni qual volta che di questa vuol esplorarsi l'elettricità. Con tal semplice apparato si hanno ad ogni ora del giorno e della notte segni manifestissimi di elettricità anche a Ciel sereno, più forti in certe ore che in altre, secondo un periodo, che non è ancora bene stabilito, molto più vigorosi nelle folte nebbie, e generalmente più forti e marcati nell'inverno che nella state, tranne i temporali, in cui già si sa quanto sia poderoso e tremendo l'elettricismo [2].

Convertrà dunque riservando le prove ed esperienze col Conduttore Frankliniano a quei soli casi rarissimi, in cui l'elettricità atmosferica fa strepito,

« filo sarà adattato il resto dell'apparecchio, cioè elettrometri, campanelli ec.; ed a picciola « distanza da esso metterà capo a riparo d'ogni danno il già detto *filo di salute*, il qual vada « a terminare in un pozzo ».

[1] K 15, pg. 8, *presenta in più le seguenti osservazioni*: « Quando pertanto ella è blanda, « e debole sì, che il Conduttore Frankliniano non ne da alcun segno, come accade quasi sempre « a Ciel sereno, nebbioso, o coperto di nubi non temporalesche, convien ricorrere ad un altro « apparato, a quello ch'io ho perfezionato e descritto nelle mie *Lettere sulla Meteorologia elet- « trica* pubblicate già da alcuni anni, e che dovrebbe divenir comune a tutti gli Osservatori, « siccome già alcuni Fisici han cominciato a servirsene con successo. [Nota della Comm.] ».

[2] K 15, pg. 9, *presenta in più quanto segue*: « Gli Elettrometri, onde misurare la forza « dell'Elettricità indicata sì dall'uno che dall'altro apparato, saranno il Quadrante-Elettro- « metro di HENLEY, e quello a boccetta di CAVALLO; ad ambedue i quali ho fatto io qualche « correzione e miglioramento, che possono vedersi nelle sopracitate mie *Lettere sulla Meteo- « rologia elettrica* ». [Nota della Comm.] ».

ricorrere per le ordinarie osservazioni intorno alla blanda e tranquilla elettricità, che sempre domina, e sue giornaliere e accidentali vicende, converrà, dico, ricorrere al descritto mio apparato, che non manca mai di farci vedere qualche cosa.

Siccome però ci va un poco di tempo a metterlo in ordine, ed esposto che sia convien ancora aspettare alcuni minuti, perchè l'elettricità istillatavi dall'aria arrivi al suo massimo, e faccia marcare all'elettrometro portatovi in contatto il giusto grado; per ciò è, che vorrei si mettesse in esperienza tale apparato elettrico atmosferico prima di passar a consultare i diversi altri strumenti meteorologici che restano, i quali si possono giusto visitare, a risparmio di tempo, in questo intervallo.

5.º Gli strumenti pertanto, che trovo più comodo di consultare nel tempo che sta montato il detto apparato per l'Elettricità atmosferica, sono l'*Anemometro* e il *Pluviometro*.

Per quello basta osservare qual punto segna l'indice nella *rosa dei venti*; se la direzione del vento è stabile: e se instabile, tra quali limiti si contiene e versa; e a quali intervalli sopravvengono i soffi. Ove poi l'istrumento non sia semplice *Anemoscopio*, ma vero *Anemometro*, atto cioè a misurare eziandio la forza dei soffi, non sarà difficile notare all'istesso tempo anche questa.

6.º Per il *Pluviometro* [1] si saprà tosto se v'è stata, o no pioggia; ed essendovi stata, con un colpo d'occhio dato al vaso, in cui si raccoglie l'acqua del largo recipiente esposto, o ad un altro vaso più sottilmente graduato, in cui si farà passare, potrassi giudicare della sua quantità, quanti pollici cioè e linee d'acqua ha dato la pioggia.

Niun'altra avvertenza suggerisco riguardo alle osservazioni dell'*Anemometro* e del *Pluviometro*, perchè non ho ancora bene stabilito a quale delle tante costruzioni e forme proposte da diversi Autori, sì per l'uno, che per l'altro, riuscirebbe meglio di appigliarsi.

7.º Neppure ho fissato bene le mie idee riguardo all'*Atmidometro*, ossia strumento destinato a misurare la quantità d'acqua, che svapora in un dato tempo da una data superficie della medesima, esposta all'aria libera: cognizione, che, come facilmente si comprende, deve pur molto interessare la Meteorologia. Soltanto mi faccio un'idea della sua costruzione, che ha da essere una specie di bilancia gravata da un largo piatto o catino contenente acqua, la qual bilancia noti con un indice sopra un arco graduato in denari e grani

[1] K 5 a pg. 6 presenta in più i seguenti particolari: « Il *Pluviometro* è il più semplice strumento di tutti; o almen basta che sia di una semplice costruzione: cioè un largo vaso di latta, « che riceva direttamente la pioggia, e faccia passare l'acqua per un tubo in altro vaso più « stretto e graduato posto nella stanza; onde poterne notare a vista la quantità, e calcolare « facilmente a qual altezza corrisponde nel vaso esposto ».

[Nota della Comm.].

le diminuzioni di peso, che successivamente soffre essa acqua per la quantità che ne svapora: noti, dico, da sè tali diminuzioni, senza che siamo obbligati di apporvi altri pesi equivalenti. Di simili spedite bilancie se ne costruiscono in più maniere. Per tal mezzo potrà riuscire l'Atmidometro un istrumento utile e comodo, e che meriti di portar tal nome, e di stare cogli altri strumenti meteorologici.

8.º Resta finalmente da osservare il *Declinatorio Magnetico*; il qual ricerca attenzione somma, acciò non venga smosso il minimo che dal luogo in cui sarà collocato entro la stanza, nè turbata la direzione del mobilissimo ago magnetico dalla vicinanza di qualche ferro; e sopra cui van fatte le più delicate osservazioni, non variando la declinazione magnetica da una volta all'altra, che di qualche minuto, e non mai, o quasi mai, di un grado intiero, e neppure di mezzo. Così è: le oscillazioni giornaliere dell'ago, ed anche per lo spazio di settimane e mesi, e già da alcuni anni, stanno per tutta la nostra Lombardia tra i 17. e 18. gradi di declinazione occidentale, e sol per qualche caso rarissimo, e. g. di *Aurore Boreali*, vengono oltrepassati questi limiti [¹].

Ho parlato nel primo ragionamento di due altri strumenti magnetici, che dinotano altre consimili variazioni giornaliere nella inclinazione dell'ago, e nella di lui forza attrattiva. Se di questi altri strumenti pertanto, cioè *Inclinatorio Magnetico*, e *Magnetometro*, fosse provveduto, com'è desiderabile, l'Osservatorio meteorologico, la cosa parla da sè, che andrebbero anch'essi consultati regolarmente assieme al *Declinatorio*, e coll'istesse attenzioni, delicatezza, e precisione [²].

Ecco come vorrei che si consultassero, un dopo l'altro, tutte le volte che l'osservatore sale alla camera destinata, cioè tre volte almeno per giorno, gli otto o dieci strumenti annoverati; i quali ricercano tutti non poche avvertenze, e tempo, e pazienza. Ma con ciò non avrà fatto tutto ancora il nostro osservatore. Debbe egli per compiere al suo incarico esaminar bene lo *stato del Cielo*; se chiaro e sereno, o ingombro da nebbie, da nubi; e queste dense o rare, unite o spezzate, coprenti tutto, o parte solo dell'orizzonte, rosseg-

[¹] Vedasi alla fine di questo Numero la lettera al Brugnatelli, in data 20 agosto 1788, nella quale il V. espone qualche sua idea intorno al magnetismo terrestre.

[Nota della Comm.].

[²] La parte di K 15 che tratta di questi istrumenti, *Declinatorio*, *Inclinatorio magnetico* e *Magnetometro* trovasi letteralmente riportata in *Arch. St. Mil.* pubblicato al precedente N° 95 (A): a pg. 10 K 15 presenta in più quanto segue: « Come questo debba essere costruito non è cosa « ch'io possa qui descrivere. Altronde se ne trovano di diversa forma presso diversi autori, « e più o meno perfetti secondo che sono più mobili e sensibili, dovendo esserlo a segno di mi- « surare non che le mutazioni di un mezzo, e di un quarto di grado, ma quelle ben anche non « maggiori di uno, o al più due minuti. Tale è il declinatorio, ch'io ho provveduto anni sono « per il nostro Gabinetto, inventato ed eseguito da BRAND.

[Nota della Comm.].

gianti più o meno, o d'altro colore, allorchè il Sole è basso ec.: se calmo o ventoso, molto o poco; se è imminente pioggia o neve; se ne cade in copia, a rovesci, a larghi fiocchi di questa, a grosse gocce di quella, o l'una e l'altra scarsa, e minuta. Sarebbe anche bene che notasse i varj gradi nel color azzurro del Cielo, dal più al meno carico (osservazione, che interessa più di quello che si potrebbe credere, la meteorologia), servendosi a tal oggetto del nuovo strumento immaginato e descritto dal Sig. DE SAUSSURE, a cui ha dato nome di *Cianometro*.

Tutte queste osservazioni, e perlustrazioni del Cielo sarà per avventura più spedito di farle innanzi di consultare gli strumenti meteorologici, cioè non passare a questi se non considerato bene lo stato del Cielo.

Inoltre debbesi star attento, anche fuori delle ore fissate per le ordinarie osservazioni, se accadono nel decorso della giornata delle mutazioni di tempo notabili, e de' fenomeni meteorologici straordinarj; de' temporali, fulmini, e grandini; di que' rovesci impetuosi di pioggia, che chiamansi roture di nubi; delle piogge cinericcie, sanguigne, o d'altro colore, che portentose appajono al volgo; nebbie, e manne singolari; de' turbini ed Oragani, e delle Trombe; Iridi, Parelj, Haloni o Corone; Aurore Boreali; Bolidi, ossia globi volanti di fuoco; straordinaria frequenza di stelle cadenti; de' lampi di caldo: Tremuoti, sia locali sia di consenso, od Acquemoti, Inondazioni, ecc.

Siamo per gran ventura lontani da Vulcani: che se fossimo vicini a qualcuno di tai monti ignivomi, come Napoli al Vesuvio, Catania all'Etna, od anche non tanto vicini, ma solo a portata o di vederne le eruzioni, o di risentire le alterazioni, che ne avvengono per lungo tratto all'Atmosfera, converrebbe pure anche di queste eruzioni, e sintomi essere attento osservatore, e tutto notare. Similmente siamo lontani dal mare, epperò fuori della necessità di osservare e notare molti fenomeni anche di questo elemento, che han relazione colla Meteorologia; come le Maree periodiche; gl'irregolari e straordinarj sollevamenti; la commozione tempestosa delle onde; le Trombe, e altri moti vorticosi, il color dell'acqua, che varia tanto; e il suo fosforeggiamento notturno, fenomeno non tanto raro, anzi frequentissimo in certi seni di mare, e canali. Nel Canale di Mestre io l'ho osservato bellissimo in Luglio del 1791, per otto notti continue; e venni assicurato, che appena vi è notte, anche d'altra stagione, in cui non risplendano così quelle acque, ove vengano percosse dai remi, o in altra qualunque maniera agitate (*sic*).

Or lasciando questi fenomeni de' Vulcani e del Mare, dalla nostra regione lontani, di tutti gli altri sopramentovati, che accadono fuori per il giorno, o nella notte, dee tener conto chi intraprende un corso regolare e compito di osservazioni meteorologiche, non mancar di notarli esattamente nel suo giornale, indicando il tempo della comparsa loro, e della durata, e facendone una succinta ma esatta descrizione.

Vi sarà dunque per questi fenomeni, e per le mutazioni di tempo più notabili e improvvise, che avvengono in qualsiasi ora, nella tabella preparata una colonna più grande di tutte, la quale porterà il titolo di *Fenomeni straordinarj*; siccome un'altra pur grande ve ne sarà, in cui descriverassi lo *Stato del Cielo* nelle ore delle ordinarie osservazioni. Nelle altre rispettive colonne si noteranno le indicazioni di ciaschedun istromento. Potrei porvi sott'occhio un esemplare della tabella che propongo; ma basterà indicare quali siano le colonne in cui è la medesima divisa [1].

La 1.^a è per segnare i *giorni e le ore delle Osservazioni*.

La 2.^a per lo *stato* e aspetto del *Cielo*; che dovrassi perlustrare con attenzione.

La 3.^a per la *Temperatura*, sì dentro la camera che fuori, la quale si noterà in gradi e quarti di grado del Term. Reaum.

La 4.^a per l'umido parimenti esterno ed interno, in gradi dell'Igrometro di DELUC, o di quello di SAUSSURE.

La 5.^a per l'Altezza barometrica in pollici, linee, e 14.^{mi} lin.

La 6.^a per la *direzione, e forza, e accidenti* del Vento.

La 7.^a per la *quantità di pioggia*, calcolandone l'altezza sopra la data superficie in pollici, linee, e frazioni di linee.

L'8.^a per la *quantità d'acqua svaporata* da una data superficie in un dato tempo, cioè dalla precedente fino all'attuale osservazione, in grani, e frazioni di grano.

La 9.^a per l'*Elettricità atmosferica*, positiva, o negativa, in gradi del mio Elettrometro a pagliette (che è poi l'elettrometro di TIBERIO CAVALLO), ridotto da me, colla sostituzione a' suoi pendolini terminanti in pallottole di sovero, o di midollo di sambuco, di due semplici paglie, a molto maggiore esattezza, e reso comparabile.

La 10.^a per la *declinazione dell'Ago magnetico* in gradi, e minuti.

L'11.^a finalmente per le *mutazioni notabili* fuori dei tempi assegnati alle ordinarie osservazioni, e i *fenomeni meteorologici straordinarj*, accaduti a qualsiasi ora, come si è detto.

Spiegata così l'indicazione di ciascheduna colonna, chiunque potrà intendere facilmente ciò che troverassi notato nelle rispettive caselle con parole abbreviate, per economia di luogo e di tempo; onde non credo necessaria maggiore dilucidazione.

Tale è il prospetto delle osservazioni e giornale meteorologico che ho saputo formarmi, e che proporrei per chi volesse seguirlo. Or che ne pare?

[1] Si pubblica alla fine di questo Numero un saggio della tabella di cui parla, traendola dal «Prospetto di un compito Osservatorio Meteorologico ecc.», che in parte venne pubblicato al precedente N° XCV (A).

[Nota della Comm.].

Son poche le cose da osservarsi e notarsi sì ogni giorno, e sì più volte al giorno? Anzi, dirassi, son tante, che v'andrebbe di gran fatica e tempo, per attendere a tutte. Eppure, a ben riflettere, nulla v'ha di superfluo nel quadro ossia tabella, che ho esposto. Riguardo per altro al tempo da impiegarsi, quando si facciano succedere le osservazioni una all'altra con ordine, senza interruzione, e allorchè si abbia preso bene l'abito e la pratica, sì di farle, che di scriverle nelle rispettive caselle, posso assicurare, che basterà per ogni volta a far tutto una mezz'ora, ed anche meno.

Ma non si potrebbero tali osservazioni ridurre a più poche, e rendere così più facile e più spiccia la faccenda? No, dico, che nulla v'ha di superfluo, anzi di non necessario nella tabella proposta, come si è dovuto rilevare dalle cose spiegate in questo, e nel precedente discorso. Vero è bene che in molti e molti Giornali meteorologici mancano, ove due, ove tre, ed ove più delle colonne segnate per il nostro; ma è anche facile a comprendersi quanto per tali mancanze, e vuoti che lasciano, rimangan quei Giornali imperfetti.

E il nostro dunque, quale si è proposto, riuscirebbe ad ogni riguardo compito e perfetto? Non ardirei avvanzar tanto; e son persuaso, che più cose ci vorrebbero ancora. Intanto però può bastare, che lo sia in confronto di molti, e non temo di dire, che lo sarebbe più di tutti o quasi tutti i conosciuti. Gettisi l'occhio sopra le tavole di questi, e sopra la nostra: quanto non è dessa più estesa? E quanti risultati di più non ci presenteranno tutte le indicate colonne, ove contengano le rispettive osservazioni continuate per un mese, per un anno, per una serie d'anni? Quanto infine non ci arricchiranno di nuove cognizioni in fatto di Meteorologia, scoprendo delle relazioni tra i fenomeni, non sospettate o meno avvertite per lo passato, manifestandone viemmeglio l'influenza di alcuni, dando occasione a nuove congetture, ec.? Egli è così, che ci guadagnerà moltissimo non solo la Meteorologia pratica, ma la speculativa pur anco.

Giorni e ore delle osservazioni	Stato del Cielo	Termometro		Igmometro		Barometro		Anemometro		Pluvio- metro	Eva- pora- zione		Elettricità		Declina- zione magn.	Fenomeni straordinari
		Dentro Gradi	Fuori Gradi	Dentro Gradi	Fuori Gradi	Pollici Linee	15. 15	Dire- zione	Forza	Pollici Linee Fraz.	Dannati	Gradi	Positivo Gradi	Negativo Gradi		
6 agosto	Levata del sole	20. $\frac{1}{2}$	19. $\frac{3}{4}$	90.—	97.—	27.	9. $\frac{4}{15}$	S. E.	Debole	O.	0.	5.	4.	—	17.° 51.	Alle prime ore della notte straordinaria frequenza di stelle cadenti. In seguito lampi di caldo.
	Or. 2 pom.	24.—	25. $\frac{1}{4}$	85.—	82.—	27.	8. $\frac{1}{15}$	S. S. E.	Me- diocre	O.	0.	18.	12.	—	17.° 50.	
	Tram. Sole	23. $\frac{3}{4}$	23. $\frac{1}{2}$	88.—	96.—	27.	10. $\frac{9}{15}$	S. O.	Ve- riabile	O.	0.	12.	15.	—	17.° 49.	
	Mezza Notte	22. $\frac{1}{2}$	22.—	90.—	94.—	27.	11. $\frac{2}{15}$	S. E.	Debo- lissimo	O.	0.	6.	6.	—	17.° 50.	
7 agosto	Levata del sole	21. $\frac{1}{4}$	20.—	88.—	95.—	27.	5. $\frac{3}{15}$	N. E.	Vario inter- mit- tente	O.	0.	6.	3.	—	17.° 52.	Un'ora avanti il tramon- tar del Sole comincia a stre- pitare il temporale, poi sem- bra calmarsi. Due ore avanti mezza- notte, ripiglia con lampi vi- visimi continui. Scoppiano pochi tuoni. Un fulmine dà in una casa dei Sobborgi. A due migl. dalla Città, verso levante, cade grandine sopra non grande estensione di paese, nè molto copiosa, ma desolatrice per vento in- petuoso, che abbatte fino molti alberi.
	Or. 2 pom.	24. $\frac{1}{4}$	25. $\frac{1}{2}$	87.—	83.—	27.	3. $\frac{2}{15}$	N. E. S. E.	Vario	O.	0.	16.	8.	—	17.° 48.	
	Tram. Sole	24.—	21. $\frac{3}{4}$	90.—	98.—	28.	10. $\frac{4}{15}$	N. E. S. O.	Vario e scosse	O.	0.	10.	10. 0.	80. 50	17.° 51.	
	Mezza Notte	21.—	16.—	92.—	99.—	27.	5. $\frac{7}{15}$	Vento vario e	Turbi- noso	Lin. 6.	0.	2.	—	co- stante 40. 80. 20.	17.° 52.	

[1] È un saggio della tabella, ad uso giornale, citata nel discorso che precede, e proposta dal V. nel suo « Prospetto di un compito Osservatorio Meteorologico, ecc. » pubblicato nel N° XCV (A). La terza, delle tre colonne che insieme indicano l'altezza barometrica, contiene frazioni di linee espresse in quindicesimi: così nel Mns. (1791) che si conserva negli Archivi di Stato di Milano, e che venne in parte pubblicato nel N° XCV (A). In Cart. Volt. K 15 (1793), che in parte fu pubblicato nel N° XCV (B), ove si parla delle frazioni di linee, trovasi, con una correzione, mutata l'indicazione « 15. $\frac{ml}{1}$ » in « 14. $\frac{ml}{1}$ ». In Cart. Volt. K 17 (1794), pubblicato in questo Numero, le frazioni di linee sono pure sempre espresse in quattordicesimi.

[Nota della Comm.].

APPENDICE.

Br. Bibl., T. IV, 1788, pg. 133.

ESTRATTO DI UNA LETTERA DEL SIG. CAV. D. ALESSANDRO VOLTA
AL SIG. L. BRUGNATELLI M. D.

Como, 20 agosto 1788.

..... Non ho, come già le scrissi, novità letterarie in questo mio ritiro, e quasi totale interruzione di corrispondenze. Solamente il Sig. VAN-BERCHEN Segretario della Società Fisica di Losanna mi scrive la seguente. *Mr. DE SAUSSURE est de retour du Tacul, où il a passé 17 jours avec son fils: le Barometre s'y est soutenu entre 17 et 18 pouces. Mais ce qu'il y a de singulier c'est que l'aiguille aimantée n'a jamais pu se fixer dans ces hautes regions: elle varioit à chaque instant.... Au reste vous aurez bientôt de plus grands détails sur ce voyage dans le Journal de Genève, où Monsieur DE SAUSSURE va inserer quelques lettres....* Il Giornale di cui si parla è un foglio ebdomadario, in cui s'inseriscono dopo le nuove del paese, i prezzi delle derrate ec. le osservazioni meterorologiche, quelle sull'Agricoltura, e le scoperte di qualunque genere. Riguardo all'osservazione dell'ago calamitato, combina questa con ciò che ho sempre pensato ed insegnato, che il Magnetismo sia un fenomeno terrestre atmosferico, cioè che l'agente magnetico non sia un supposto nucleo nella terra, e neppure l'aggregato di tutti i corpi terrestri, ma la terra e l'atmosfera insieme. Infatti che quest'ultima v'influisca considerevolmente lo dinotano le altre osservazioni, segnatamente i cangiamenti che soffre l'ago e diurni e mensuali pel calor vario dell'atmosfera, comunque si tenga esso in luogo dove regna una temperatura costante; e quelli più insigni a cui va soggetto in occasione di alcune burrasche, e più alla comparsa delle Aurore Bo-

reali. Pende [1] dunque la direzione dell'ago in un coll'intensità della forza magnetica eziandio dall'atmosfera, non dalla terra sola, e sì dagli strati superiori di quella. In questo modo intender si può perchè si sia trovato cotanto variabile l'ago a quella grande altezza, a cui per più giorni lo ha osservato il Sig. DE SAUSSURE.

La ragione del fenomeno della carne putrida colla polvere di carbone osservato dal Sig. LOWITZ [2] credo sia questa. L'aria alcalina od alcali volatile si forma dalla combinazione dell'aria infiammabile coll'aria flogisticata ossia moffetta dell'atmosfera, o meglio forse aria putrida. Or questa, come si vede, viene somministrata dalla carne putrescente; e l'aria infiammabile del carbone. Questi due gas avranno nel loro *stato nascente* una grande affinità fra di loro, che non si trova più nelle due arie già belle e formate allorchè si mescolano. Sebbene v'ha nelle sperienze di PRIESTLEY, qualche prova della formazione dell'alcali volatile nel seno dell'aria infiammabile già formata. Questa teoria sui componenti dell'alcali volatile è adottata come cosa di fatto nell'ultima operetta sul flogisto di KIRWAN ec.

[1] Così in *Br. Bibl. ed in Ant. Coll.*; assai probabilmente doveva essere: « dipende ».

[Nota della Comm.].

[2] Con richiamo a questo punto *Ant. Coll.* presenta la seguente nota: « V. la Lettera del Sig. C. S. M. inserita nel T. 4 della Biblioteca Fisica d'Europa del Sig. Prof. Brugnatelli ». In *Br. Bibl.* trovasi invece solamente il seguente cenno: « V. la lettera al Sig. Crelle p. 40 ».

[Nota della Comm.].

XCVI.

CENNI SULL'ORIGINE SULLA TEORIA E SULLA PRATICA APPLICAZIONE DE' CONDUTTORI FRANKLINIANI OSSIA PARAFULMINI

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **L 5; L 6.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Cart. Volt. L 5.

DATA: L 5 è posteriore ad L 6, il quale è posteriore al 1782, come risulta dall'accenno all'elettricità svolta nella evaporazione: in L 5 si trovano inoltre citazioni e richiami ad argomenti svolti in un'opera del Reimarus, « *Von Blitze* », *Hambourg*, 1794.

L 5: è una minuta autografa, con correzioni ed aggiunte, stesa in tre grandi fogli di quattro pagine ciascuno: essa presenta dopo le prime due pagine una lacuna, che viene colmata da L 6: si pubblica L 5 per intero.

L 6: consta di un sol foglio, le cui quattro pagine autografe presentano numerose correzioni. L'introduzione di L 6 è completamente e letteralmente assorbita, colle correzioni, da L 5, ove compaiono in più aggiunte notevoli; ciò fa ritenere che L 6 sia una prima redazione di L 5. Si pubblica di L 6 la parte che segue all'introduzione, perchè riempie una lacuna di L 5.

§ 1. I vari stupendi fenomeni dell'Elettricità, che da circa un secolo forniscono sempre nuove occupazioni ai Fisici, e spettacolo dilettevole ai curiosi, hanno indotto i primi ad ammettere e riconoscere per causa materiale di tali fenomeni, per agente immediato un fluido etereo, sottilissimo, imponderabile a pari della luce, e del fluido igneo, con cui ha comuni non poche proprietà, onde ottenne anche il nome di fuoco elettrico; sebbene per altre si distingua, e mostrisi, se non sostanzialmente diverso dal fuoco elementare, diversamente modificato, di un'altra indole e natura, dotato insomma di qualità sue proprie e particolari.

§ 2. Questo fluido elettrico, questo per tanti secoli addietro sconosciuto elemento, trovasi diffuso largamente nell'universo globo terraqueo, e nell'atmosfera, cosicchè ne van provveduti a dovizia tutti quanti i corpi. Comunque però sia esso fornito di una prodigiosa attività, mobilissimo, potentissimo, non produce alcun effetto strepitoso, non si manifesta co' fenomeni del suo genere, anzi neppur dà segno alcun sensibile, o indizio di sua esistenza finchè rimane in giusta proporzione distribuito fra essi corpi, e mantiensì in equilibrio: solo quando venga sbilanciato, cioè reso più denso, o più raro in alcun corpo rispettivamente ad altri vicini dispiega in varj modi tale attività, tendendo coll'insigne sua forza espansiva a rimettersi in equilibrio, onde poi provengano que' tali fenomeni peculiari.

§ 3. Sì fatto addensamento, o rarefazione del fluido elettrico in tale o tal altro corpo, od in una serie di corpi, avviene o per arte o naturalmente.

§ 4. Per arte ne' corpi terrestri col giuoco singolarmente delle macchine elettriche, le quali secondo la loro diversa costruzione, e maniera di adoperarle accumulano esso fluido, e ne accrescono la dose, ovvero la diminuiscono, estraendone, e diradandolo in certi così detti conduttori isolati, che sono comunemente sbarre o catene metalliche sostenute in aria, la quale ove non sia molto umida è corpo quant'altri mai coibente, ossia non conduttore del fluido elettrico, da cordicelle di seta, o sostegni di vetro, di solfo, di resina

che son pure coibenti e più dell'aria impermeabili, dico, da soli corpi di questo genere in guisa di non avere comunicazione col suolo per mezzo di alcun corpo deferente, che è ciò che s'intende col termine in elettricità d'isolamento. Tali sbarre metalliche, o conduttori quali essi sieno isolati, si dicono nel primo caso elettrizzati, per eccesso, o in più, o positivamente, nel secondo per difetto, o in meno, o negativamente.

Oltre poi ai semplici conduttori di diversa forma, grandezza, e capacità^{*} si adoperano nelle comuni sperienze elettriche ad oggetto di ottenere effetti molto più grandi e strepitosi, imitanti ancora più il fulmine, delle lamine di vetro sottili anzichè no sia piane, sia ripiegate in forma di vasi, o di qualsiasi figura, coperte su ambedue le faccie di foglia di stagno, od altra simile armatura, conosciute sotto il nome di boccie di Leyden, ove venner fatte le prime sperienze, e di quadri frankliniani da FRANKLIN che le analizzò, e ne diede la teoria: i quali effetti strepitosi e mirabili che meglio imitano quelli del fulmine, e arrivano fin quasi a pareggiarli, sono dovuti alla ^{stragrande}insigne stupenda capacità di tali lastre di vetro, onde sono suscettibili di caricarsi e di scaricarsi di una enorme quantità di fluido elettrico. Che se tale e tanta capacità possiede un sol quadro frankliniano, che fu detto anche quadro magico, od una sol boccia di Leyden, e sì poderose riuscir possono di quello e di questa le scariche, che sarà poi ove molte boccie unite insieme a dovere formin quella che si chiama batteria elettrica? Allora sì che potremo produrre de' veri fulmini nè tanto in picciolo; han infatti scosse tremente, uccisione di animali, fusione di fili e fogliette metalliche ecc.

Cart. Volt L 6.

Naturalmente viene il fluido elettrico sbilanciato fra l'atmosfera e la terra [1] per l'evaporazione, la formazione delle nuvole, pel loro addensamento o dispersione in grazia di caldo e freddo dei venti, per le piogge, nevi, ec. tantochè l'aria serena libera dà sempre segni ad un delicato elettroscopio di elettricità per eccesso anche nella bassa regione, man mano crescenti nell'alto; le nebbie folte di simile elettricità positiva; più risentite le nuvole poi e le piogge dispiegano quali la stessa elettricità positiva quali la contraria, cioè la negativa, da ultimo i temporali ci danno sia dell'una sia dell'altra elettricità segni pur troppo manifesti, e strepitosi con lampi, tuoni, e fulmini, i quali realmente altro non sono, che sgorghi di fluido elettrico dalle nuvole alla terra, o dalla terra alle nuvole o da nuvola a nuvola.

[1] *Nel Mns. che presenta numerose correzioni, trovasi a questo punto la parola: « venendo ».*

[Nota della Comm.].

Prima ancora che i conduttori elevati nell'atmosfera ad oggetto appunto di esplorare l'elettricità di essa a diverse altezze, ce ne offerissero tutti i segni elettroscopici manifesti di attrazione, ripulsioni, pennoncelli luminosi e crepitanti, scoppj di scintille, scariche più o meno valide, e scuotenti, e alcuna volta tali che posson dirsi, e sono in vero senso piccioli fulmini, il paragone e confronto degli effetti che si era giunti ad ottenere coll'elettricità artificiale segnatamente colle scariche delle boccie di Leyden di grande capacità, e delle batterie elettriche di grandissima, cioè di vere scariche fulminanti con uccisione di animali abbronzamento di dorature, esplosioni e dispersione accensioni, fusioni di fili e fogliette metalliche, di gocce, e striscie d'acqua, spezzature di vetri, di cartoncini, d'assicelle ecc., segnatamente la intera somiglianza delle forti scosse o commozioni elettriche con quelle che accusano aver riportate dal fulmine le persone che senza gravissima offesa ne vennero colpite, e soprattutto la sì marcata tendenza del fulmine a seguire le vie de' migliori conduttori elettrici cioè i metalli che sono in sommo grado permeabili al fluido elettrico: indi l'acqua che lo è molto meno, ma pure abbastanza se trovisi in copia ed apra ^{ampia} _{larga} strada, gli animali, le piante verdi, e qualsisia altro corpo imbevuto d'umore, schivando invece tutti gli altri corpi od impermeabili, detti perciò coibenti, quai sono i vetri, il solfo, le resine i peli degli animali, le sete, ed anche le stoffe di lana, di cotone, di lino asciutte ecc., o pochissimo deferenti come le pietre, i muri, i legni ec. nè bagnati, nè molto umidi, ^{declinando,} _{schivando,} dico, tali corpi, che non gli danno passaggio, o non abbastanza libero, oppure spezzandoli, via lanciandoli, dove trovinsi per picciol tratto interposti a' migliori conduttori: tutti questi fenomeni prodotti dal fulmine in grande, e dall'elettricità artificiale in picciolo, tutte le indicate analogie, avean già fatto nascere l'idea in capo ad alcuni Fisici, fra' quali NOLLET, che il fulmine del Cielo provenisse da elettricità. Ma era riservato al grande FRANKLIN il porre la cosa fuori d'ogni dubbio, e provarla con esperienze dirette. Spinto egli avendo assai più avanti il confronto di quel che fatto si era prima di lui e trovando non che il fulmine d'indole affatto eguale alle poderose scariche elettriche ma il complesso tutto de' fenomeni temporaleschi corrispondente e analogo ai fenomeni elettrici già da lui sì bene osservati, e schiariti, concepì l'idea ardita e felice d'innalzare verso le nuvole un conduttore isolato colla fiducia di trarne segni manifesti di elettricità: la speranza riuscì ai bei primi tentativi che ne fece, vibrandogli esso conduttore scintille ecc. Allora non si arrestò a queste prove di esplorare soltanto le varie vicende dell'elettricità atmosferica sì ne' temporali, che in altri tempi; ma pensò a rendere di una pratica utilità tale sua stupenda scoperta, ed invero riuscì oltre ogni credere utilissima. Tale fu l'applicazione di sì maravi-

glioso ritrovato al preservare gli uomini, e gli edificj dai danni del fulmine deviandolo opportunamente coll'armare essi edificj di conduttori metallici prolungati dalla sommità dell'edificio fino a terra, che ritengono il nome di conduttori frankliniani. I Tedeschi li chiamano convenientemente (ableiten) deviatori, che noi diremmo derivatori o deviatori; e i Francesi (para-tonnerre) parafulmini. Non sì che tolgono quella falsa idea indotta in alcuni del termine di *conduttori* quasi sia ufficio loro di allettare e invitare il fulmine stesso a visitare le nostre case. Essi conducono è vero e guidano la materia fulminea, ossia il torrente elettrico, ma lo conducono via, lo guidano fuori di casa non dentro, mercecchè applicati come sono all'esterno, e continuati senza interruzione fino al terren umido, ivi immediatamente lo disperdono, trovando ampio sfogo capacissimo in questo grande ricettacolo. Voglion dico continuati senza interruzione, e voglionsi tali codesti conduttori metallici per evitare ogni salto di scintilla, che accadrebbe ne' piccioli intervalli, ogni sparpagliamento o divisione del torrente fulmineo in rami, ogni rottura, esplosione, accendimento, od altro guasto che potrebbe ^{seguire} succedere ove le interruzioni fossero di più lungo tratto ove i corpi interposti fossero nè coibenti del tutto, nè abbastanza buoni deferenti, come muraglie, travi, legni ec. alquanto bagnati, o internamente penetrati più o meno di umido: che se interposti si trovassero, e sulla strada dirò così uomini od animali potrebbero questi venire dannosamente colpiti ecc.

Tutti questi, ed ogni altro accidente funesto, o in qualunque modo nocivo si prevengono dunque col fare che il conduttore metallico di cui si vuol armar l'edificio, venga continuato da cima a fondo senza alcuna interruzione: allora tutta la corrente elettrica quanto si voglia copiosa, tutto il fluido in pieno che si slancia dalla nuvola in terra, o dalla terra nella nuvola (giacchè vi sono fulmini discendenti, ed ascendenti, coerentemente a quanto abbiain già fatto osservare che le nubi temporalesche si mostrano ai consueti segni degli elettroscopi ora elettrizzate per eccesso ora per difetto) entra raccolto per un capo di tal conduttore, scorre raccolto per tutta la lunghezza di esso, senza far salti, o dividersi in rami quà e là, come farebbe se mancasse la continuazione, e si versa e sfoga intieramente per l'altro capo ivi si diffonde e si perde: riman salvo quindi tutto l'edificio, e tutte le parti di esso, salvi i mobili, e le persone sì dentro che fuori, anche parte vicine, e fino in contatto di esso conduttore. È però necessario perchè tutta la piena tutto il torrente fulmineo passi liberamente e quietamente per tale conduttore metallico, ch'esso non sia in nessun luogo troppo sottile, potendo avvenire che coartato in que' stretti passaggi faccia arroventare l'istesso metallo od anche lo squagli, come si osserva infatti che il fulmine arroventa fonde anche talvolta i fili de' campanelli nelle case, le laminette di piombo che legano i vetri delle

finestre, le punte de' chiodi, e altri sottili ferramenti ecc. e più sovente fonde e abbronzia le dorature delle cornici, le fa sfumare ecc.; e come anche artificialmente colle forti scariche delle nostre macchine e batterie elettriche accendiamo de' liquori fondiamo de' sottili fili e fogliette metalliche, abbronziamo alcuni pezzi di cornici dorate ecc. produciamo in piccolo come già si è detto, tutti gli stessi stessissimi effetti del fulmine.

Cart. Volt. L 5.

Or quando ciò avvenisse che il fulmine voglio dire struggesse un pezzo più o meno lungo del conduttore, ecco che rimanendo questo interrotto, non dando quindi più libero e intiero passaggio al gran torrente elettrico, lascerebbe esposte le parti tutte dell'edificio esterne ed interne all'irruzione del medesimo, o di altro susseguente fulmine, ed ai soliti guasti.

Come però colle più forti scariche elettriche artificiali, che sono in vero e proprio senso fulmini anch'esse, non ^{siam} _{si è} giunti mai a fondere un filo metallico della grossezza di due, anzi di una linea sola; così neppure i fulmini del Cielo più tremendi han fuso mai o spezzato alcuna grossa verga o lamina di qualsisia metallo, di un pollice per esempio di spessezza, nè di mezzo pollice: si vede infatti che illese rimangono mai sempre le chiavi di ferro che legano le volte, le spranghe delle ferriate, i grossi cardini, ed altri ferramenti delle serrature ecc. Ed è pur cosa che ognuno può aver notato che per tutto ove sono lunghe sbarre o ringhiere di ferro, quando il fulmine arriva a darvi dentro ossia le incontra ^{sulla sua strada,} _{per via} per es. a mezzo l'edificio lungo una scala ecc. non solamente rimangono illese esse sbarre di ferro da cima a fondo, ma intatta e immune da ogni danno altra cosa, in tutto quel tratto residuandosi i guasti, se ve ne sono, alle parti soltanto superiori ed inferiori, e comparandone visibil traccia singolarmente, e ben marcata, cioè spezzatura di legno, scrostatura di muro, o simile, ai due estremi, all'ingresso cioè della corrente elettrica in un capo del lungo conduttore metallico, ed alla sua sortita nell'altra, manifesta prova per ridirlo qui, e della efficacia de' buoni conduttori a garantire tutte le parti dell'edificio per cui s'estendono da' guasti del fulmine, e della mal sicurezza anzi evidente pericolo di cotali guasti ove manchi la continuità di essi conduttori metallici, od anche la conveniente grossezza de' medesimi, la quale, come qui innanzi si diceva, basta che arrivi ad un mezzo pollice, o poco più. Un filo dunque di ferro, meglio di rame acciò non venga assottigliato e alla lunga distrutto dalla ruggine, del diametro di 6. od 8. linee, ovvero treccia di due o tre fili di 4. o 5. linee ciascuno, che si prolunghi non mai interrotto da una picciola o grande asta eretta sulla sommità di una torre,

o chiesa, o casa, fino a terra, sarà più che sufficiente a renderne innocuo qualunque gran fulmine col tradurlo tutto intero liberamente, e facilmente fino a quell'ampio seno e ricettacolo in cui finalmente si diffonde e perde. Un tal filo conduttore o cordone metallico passi pure per l'interno dell'edificio, o all'esterno, nulla importa: suole però adattarsi più convenientemente all'esteriore muraglia, e venir munito e difeso da un muricciuolo o canaletto pel tratto di alcuni piedi sopra terra, acciò non venga casualmente guasto o strappato o da violenti urti o appostatamente da persone indiscrete od insolenti.

Non contenti di far arrivare il filo conduttore a fior di terra, sogliono quasi tutti i Fisici, che danno istruzioni intorno ai parafulmini, prescrivere di farlo entrare ben bene addentro fino ad incontrare qualche strato molto umido, qualche vena d'acqua, o suggeriscono di farlo discendere a dirittura in un pozzo persuasi che in tal maniera solamente cioè ^[1] per la via di tal acqua, miglior conduttore dopo i metalli, altronde di grande capacità per la sua massa, e la comunicazione con altre vene di acqua, possa trovare la piena del torrente elettrico un abbastanza facile sfogo. Ma REIMARUS, che più di tutti si è occupato di questo soggetto, e con maggior precisione e chiarezza rende ragione di tutte le condizioni e circostanze che vi si riferiscono, appoggiandosi non men che alle teoriche, alle più estese osservazioni pratiche, e prescrive in conseguenza le attenzioni tutte che debbono usarsi ne' diversi casi di garantire cioè dai danni del fulmine non che sol le case, le chiese, le terre, ma edificj di manifatture ritengo i più pericolosi, magazzini da polvere, Navi ecc., REIMARUS, che può dirsi legislatore in questa parte pretende che si espande forse meglio il torrente fulmineo ove il filo conduttore arrivi solamente a fior di terra, molto più se aprasi ivi in quattro o cinque o più fili o diti come la palma della mano. Egli ha osservato che si effonde ivi il fuoco elettrico blandemente, e diciam pure elegantemente (come chiamò *il fulmine giulivo*) in una larga lamina lucente che copre la faccia del terreno a forma di ventaglio od ombrello, e non mai vi produce sommosa o slancio di terra, o di sassi, come è accaduto talvolta per que' conduttori che aveano l'estremo capo conficcato in terra, dove incontrando dell'umore per avventura abbastanza copioso ne venne questo vaporizzato, e squarciato dall'esplosione il terreno resistente non senza qualche danno picciolo è vero, e spavento più notevole del danno. Adunque sarà meglio secondo REIMARUS che termini il filo conduttore nel modo che si è detto, a fior di terra. Secondo noi anzichè affondarlo in terreno poco umido, o in recipienti d'acqua poco capaci, in picciol fosso, o in una cisterna, per gl'indicati possibili inconvenienti, che son

[¹] *Il Mns. qui presenta numerose correzioni, attraverso alle quali il periodo viene ricostruito nel modo che si pubblica.*

[Nota della Comm.].

però di poco momento, converrebbe tirarlo soltanto a fior di terra; ma se avvi fiume vicino, o lago, o sorgente viva, estendendosi molto la massa d'acqua, e formando una capacità immensa, ottimo spediente sarà il far comunicare il filo conduttore immediatamente con tale massa d'acqua; e il più comodo il farlo discendere in un buon pozzo come per lo più si costuma.

Quanto all'asta in cima dell'edificio, alla quale è attaccato esso filo, o cordone metallico non importa che sia molto elevata bastando che si alzi dal colmo del tetto uno, due o tre palmi, nè che termini in punta, potendo finire o in cono troncato, o in palla, o come si vuole: così c'insegna, e la teoria, e la sperienza, e conveniamo in ciò pure col lodato REIMARUS. Nè è altrimenti necessario, come dalla teoria medesima, e del fin qui detto si può comprendere, che codest'asta sia portata da una colonna di vetro, od altro cono coibente [1].

Non importa, dico, che sia l'asta puntuta, o no, per quanto è di garantire l'edificio dai danni del fulmine nel caso che venga esso colpito bastando a tal uopo che il conduttore venga continuato senza interruzione e sempre di sufficiente grossezza fino a terra come ^{abbiam prescritto} _{si è spiegato}. Con tal disposizione

caschi pure il fulmine, ^{rimarrà sempre illeso l'edificio.} _{riuscirà sempre innocuo.} La punta però può

produrre un altro vantaggio, che è di farci schivare anche il fracasso, e lo spavento, che cagiona sempre la caduta del fulmine ancorchè innocuo sopra le nostre abitazioni, di fare che il fuoco elettrico, che è l'istessa materia del fulmine si scarichi poco a poco e in silenzio, sottraendo essa punta, continuamente l'elettricità della nuvola incumbente. Tale è il vantaggio, che si spera dalla nota insigne virtù delle punte, che tutte le sperienze elettriche ci manifestano virtute tanto più insigne e marcata, quanto sono esse punte più acute e sporgenti; e a questo intendimento si suol fare ben acuminata e più spiccata dal ferro l'asta dei parafulmini. Ma torno a dire, non è ciò di necessità per l'oggetto principale, che è di render innocuo il fulmine qualor cada; e per quest'altro oggetto di prevenir la caduta medesima, e lo scoppio fragoroso che non lascia anche solo d'incutere ^{spavento,} non è facile il decidere fino bastevole ad incutere

a qual segno si ottenga l'intento. Abbiamo esempj non rarissimi di conduttori frankliniani terminanti sibbene in punta culpiti nulladimeno dal fulmine (senza danno però, come ben s'intende, qualora trovavansi costrutti e disposti a dovere): il che mostra, che la decantata virtù delle punte non è poi tanto efficace da smungere l'elettricità di ogni nuvola fulminante fino al segno di torle la forza di esplodere, e lanciar la saetta. Ma almeno saran più rari i casi di

[1] Quest'ultimo periodo appare nel Mns. attraversato da un tratto di penna.

[Nota della Comm.].

tai fulmini che colpiscono le aste puntute. È probabile, e giova crederlo, non possiamo però asserire neppur questo con certezza: essendovi delle combinazioni e circostanze, in cui le punte metalliche deggion anzi provocare più da lontano la scarica fulminea fragorosa; ed è quando la nuvola sommamente piena di elettricità non trovasi già imminente e stazionaria sopra l'asta acuminata, o viene avvicinandosele lentamente, ma è portata con grande rapidità, e con slancio sopra di essa, su cui non avendo avuto tempo di scaricarsi successivamente a poco a poco, lo fa in un colpo solo; o quando una nuvola qualunque già incumbente non lancia essa di prima mano il fulmine, ma riceve una scarica repentina da altra nuvola, superiore, o laterale, e repentinamente pur la tramanda alla sottoposta punta metallica cui sta in mira. In questi e simili casi di piene scariche repentine ne' quali non si dà luogo e tempo alla punta metallica di agire successivamente e sottrarre pian piano l'elettricità minacciosa fino a dissiparla in gran parte, i quali fenomeni si rappresentano benissimo anche coll'elettricità artificiale delle nostre macchine ^[1], la tanto vantata virtù delle punte, anzichè procurar vantaggi serve a facilitare e provocare come dicemmo assai più di lontano la scarica fulminante come facilmente possiamo rappresentare colle sperienze dell'elettricità artificiale.

Non possiamo pertanto decidere stante la grande varietà de' temporali, la diversa combinazione e positura delle nubi, ed altre circostanze, se e quanto possa conferire la punta in cima ai conduttori frankliniani, a rendere meno facili, e meno frequenti le cadute del fulmine sopra i medesimi. Rimane però stabilito, che quali essi sieno, acuminati o nò, succeda o non succeda che vengano colpiti con iscoppio più o men fragoroso, difendono sempre, sol che sieno continuati a dovere, fino a terra, cioè metallici, e senza interruzione, nè troppo sottili, difendono dico e salvano da ogni guasto da qualsisia funesto, o disgustoso accidente, tutto l'edificio così armato dall'alto al basso, i mobili contenutivi, le persone, ecc. La cosa è ormai sicura, dimostrata teoricamente, e sperimentalmente dai noti fenomeni elettrici, e confermata poi anco dall'osservazione per più di mezzo secolo, dacchè si sono introdotti dietro la grande scoperta di FRANKLIN, e moltiplicati codesti conduttori, ossia parafulmini. Un tale e tanto presidio è più di quello che si sarebbe potuto aspettare dalla sapienza e dall'industria dell'uomo; e prima della scoperta frankliniana si dovea tener per impossibile il sottrarci, come or facciamo, ad ogni pericolo del fulmine; sia pur esso minaccioso, e temasi come da tutta l'antichità superstiziosa, così anche in oggi dai poco istruiti nelle moderne scienze

[1] *Il Mns. qui presenta numerose correzioni e ripetizioni che in parte si sovrappongono, e che permetterebbero di costruire la fine del periodo anche nel seguente modo: « quella stessa virtù prodigiosa delle punte serve col facilitare e provocare, come dicemmo, assai più da lontano la scarica fulminante ».*

[Nota della Comm.].

quel potere indomito, inevitabile; la scienza elettrica ci ha insegnato a domarlo, ad evitarlo, a renderlo per lo meno innocuo con un mezzo oltre modo facile, e a portata di tutti, quale il fin qui descritto.

Non v'è bisogno di dire, che l'asta vuol essere collocata al luogo più eminente dell'edificio, ossia sulla parte più esposta ad essere colpita dal fulmine. Convien però osservare che il nembo temporalesco può talvolta presentarsi ad un fianco dell'edificio non guardato da essa asta, o non protetto abbastanza, ove esso edificio sia molto vasto ed esteso; un ramo di tal nembo, un nuvolotto che scenda al basso e s'avanzi verso una facciata laterale può dare una scarica e lanciare il fulmine contro di essa contro un angolo del tetto, o in altra parte troppo lontana dall'asta e dal filo conduttore: in tal caso avverrà bene per lo più che dal luogo immediatamente colpito passi il torrente fulmineo o tutto, o nella maggior parte al conduttore; e raggiuntolo scenda indi innocuo a terra, ma in quel tragitto per mezzo di imperfetti od interrotti conduttori produrrà qualche rottura od altro guasto; che se la via per raggiungere il conduttore continuato sia troppo lunga, e gl'intermedj corpi nulla o pochissimo deferenti, la più grossa piena del fulmine non vi potrà giungere, e per avventura neppure un ramo, tal che scenderà esso fulmine dal luogo colpito per tutt'altre strade seguendo quella serie di conduttori meno imperfetti e meno interrotti sia all'esterno, sia nell'interno dell'edificio, che in complesso gli oppongono minor resistenza a scaricarsi intieramente nell'ampio ricettacolo della terra, e menando quà e là i soliti guasti.

Saranno però assai rari simili casi. Infatti pochissimi esempi abbiamo di case od altri edificj armati di una sola asta, quantunque assai vasti, che il fulmine abbia danneggiati anche leggermente, se però quella era ben collocata, e il filo conduttore convenientemente grosso, e continuato a dovere. Niun esempio poi, che il fulmine abbia colpito rovinosamente in distanza minore di 100. piedi da tale asta. Lo sporgere essa dalla sommità del tetto, e trovarsi quindi più esposta, l'essere conduttore di sua natura perfetto, sopra tutti, continuato sempre sino al più ampio recipiente qual'è la terra, presenta il più facile passaggio, e sfogo al torrente fulmineo, fa che venga tal asta investita di preferenza e che difficilmente, anzi impossibilmente declini da essa cotal torrente per colpire qualsiasi altra parte dell'edificio. Che se sia molto sporgente, e ben acuminata, tanto più valerà per la nota insigne virtù delle punte di cui abbiám già parlato, a determinare ed attrarre sopra di sè la corrente elettrica e a proteggere così la casa ed edifici per maggior estensione intorno. Per tal oggetto, più che per i contemplati di sopra, vogliam dare una decisa preferenza alle aste puntute sopra le non puntute.

Ritenendo dunque, che queste garantiscano dai colpi fulminei tutt'intorno fino alla distanza di 100. piedi come l'esperienza ci ha dimostrato od 80. almeno, basterà una sol asta elevata nel mezzo per una casa od altro edi-

ficio, che non abbia maggior estensione sia in lungo sia in largo di 160. piedi. Eccedendo tal dimensione, converrà erigerne una seconda distante dalla prima non più di 160. piedi; e così una terza, una quarta ecc. a simili distanze una dall'altra, a misura che le case od edificj che vogliam porre in salvo, si estendono. Queste aste poi si faranno comunicare insieme per mezzo di un filo o cordone metallico eguale a quello che dall'una o dall'altra scende continuato a terra. Ecco tutto ciò che si ricerca per porre in sicuro dai guasti del fulmine qualsivoglia estensione di fabbricato. Alcune case trovansi già senza nuova fattura munite abbastanza, e sono quelle che hanno il tetto coperto di lamine di rame o di piombo, e i cannoni scaricatori della pioggia di rame o di latta che scendono fino a terra. Altre molte hanno solamente codesti cannoni e tutt'intorno le grondaje metalliche; e ciò pure similmente può bastare a munirle, sebbene accader possa che venga colpita la cresta del tetto, o qualche altra parte prominente, come una torre di camino ecc. Ad evitare dunque ogni possibile caso e disastro, basterà erigere sopra tal cresta, o colma di tetto, o torre di camino un'asta, o più d'una, se fosse la casa molto estesa, e indurre la conveniente comunicazione metallica fra quest'asta ed essa grondaia.

Ma perchè, potrebbe dirsi, a preservare la casa dai danni del fulmine terribile si vuol allettare ed invitare in certo modo codesto fuoco apprestandogli un facile veicolo coi conduttori metallici ch'esso affetta cotanto, tirarselo insomma vicino, alle nostre abitazioni, e non piuttosto allontanarlo con chiudergli e difficoltagli il passo, con presentargli cioè sol corpi coibenti, o pochissimo deferenti? Perchè, rispondo, il da noi proposto rimedio dei conduttori metallici ben disposti, suggerito dalla teoria e sperienze elettriche, e praticato felicemente in tanti luoghi da tanti anni, è rimedio sicuro e facilmente praticabile; l'altro, con cui si pretenderebbe di escludere ogni buon conduttore non è nè praticabile, nè sicuro. E dove troverete una casa costrutta, e mobiliata senza alcun pezzo metallico? Dove vi son chiavi di ferro a tener legate le volte, dove sbarre e ferriate, e vasi alle finestre, alle scale, dappertutto poi alle porte, agli armadj ecc. cardini, e chiodi di ferro, serrature pur di ferro o d'ottone. E vorreste voi spogliar di tutto questo una casa, smontarla in tal guisa d'ogni armatura e supellettile metallica, tor via ogni cornice dorata, sbandire ogni vaso, ed ogni altro mobile o di metallo, tutto, o in cui entra o s'intreccia qualche pezzo metallico? Che poi? Escluso anche se possibile fosse da una casa ogni metallo di qualsivoglia forma e grandezza ad oggetto di togliere al fulmine l'allettamento, per così dire, che a lui porgono tali ottimi conduttori, sarebbe forse tolto ogni altro conduttore, chiusa a lui interamente la strada di entrare in quella casa? Non già conduttore abbastanza buono sebbene di lunga mano inferiore ai metalli, si è già detto essere l'acqua e i corpi imbevutine, sicchè il tetto una

trave bagnata ecc. o penetrati di umido puon servire di veicolo al fulmine; e vedonsi infatti talvolta colpite e percosse dal fulmine qualche torre, od altro edificio in cui non trovansi metalli, e rimanere scrostata o squarciata più o men profondamente lungo alcuna vena di umore che vi si era insinuato; come vedonsi colpite delle semplici cataste di legna, di paglia o fieno intrisi pur d'umido, e più spesso le alte piante abbondanti di succo. Or come gli è impossibile l'impedire che nelle nostre case non abbiavi all'esterno, ed anche nell'interno qualche o muro, o legno, o ^{drappo,} _{stoffa,} od altro più o men umido,

epperò conduttore avvegnachè imperfetto; così ancorchè non vi si trovasse alcun pezzo metallico, non andrebbero tuttavia esenti dal pericolo del fulmine, non sarebbero abbastanza preservati dai danni e guasti che suol produrre. Molto poi meno lo saranno queste nostre case tali quali si trovano sparse quà e là e di corpi umidi, e di tanti ferramenti grandi e piccioli, ricche inoltre di vasi ed ornamenti metallici d'ogni sorta, specchi, pendoli, dorature alle cornici, forzieri, intarsiature, ricami, ecc. ecc.

E appunto perchè tutti questi conduttori metallici eccellenti di lor natura, e gli altri non metallici men buoni ma pur conduttori, cioè i corpi umidi o bagnati trovansi distribuiti quà e là, non continui, ma interpolati da tali altri corpi o coibenti del tutto, o quasi, per essere nè metallici, nè umidi, avvengono i menzionati danni e guasti del fulmine, il quale seguendo la traccia de' migliori conduttori balza dall'uno all'altro con iscoppio, piega a destra e a sinistra, si dirama in mille guise, e lascia segni del suo non impedito ma sol contrastato passaggio con fori e spezzature ove alcun corpo coibente o secco, muro, legno, od altro trovasi interposto per picciol tratto a migliori conduttori; con più lunghi squarci, di porte di travi, scrostature di muri, slanci di pezzi, dove qualche vena o lamina sottile di acqua rinchiusa offrendo troppo angusto passaggio viene vaporizzata ^{ed esplosa,} _{con esplosione,} con abbronzamenti, e fusione di fili e lamine metalliche ove trovinsi così sottili, che pur non bastino a tradurre liberamente tutta la piena fulminea; scosse veementi fino ad atterrare, offendere gravemente, ed anco uccidere qualche infelice persona che incontrisi sul passaggio da uno ad altro buon conduttore; con accensioni finalmente di tale o tal altro corpo più disposto a prender fuoco, le quali ad ogni modo avvengono più di rado, che gli altri fenomeni or ora indicati. Chiunque osservi attentamente nelle case nelle chiese ecc. bersagliate da' fulmini le tracce lasciatevi potrà verificare se tale non sia appunto l'ordinario di lui andamento, tali i più comuni effetti.

A scansare pertanto il pericolo di tali e tanti mali cui rimangono esposte le nostre case nell'ordinario stato, in cui si trovano, e le persone che vi abitano, ad evitare siffatte rovine e guasti, se poco o nulla servirebbe a spogliarle

d'ogni metallo, cosa che riuscirebbe non che incomoda all'estremo, pressochè impossibile, consoliamoci che abbiamo l'altro rimedio non men facile che sicuro, qual'è quello del conduttore metallico tutto continuato dal più alto della casa fino a terra, in guisa che non abbiavi interruzione alcuna, e in tutto il suo lungo tratto sia di conveniente grossezza come si è sopra fatto osservare, per tradurre tutto intero il fulmine. In conclusione abbiam bisogno di uno scaricatore: ogni altro rimedio è vano contro la prepotente forza di questa terribile meteora: come vana pretesa sarebbe il voler escludere dalle case con chiuder porta un torrente minaccioso [1], all'incontro gli è un sicuro riparo l'aprirgli al di fuori di essa un alveo scaricatore che metta ad un recipiente capace abbastanza. Or tale è appunto per il torrente fulmineo il descritto conduttore metallico; e tanto basta.

[1] *Il Mns. a questo punto presenta le seguenti parole: «è vana pretesa».*

[Nota della Comm.].

XCVII.

SULLA NATURA DEI TERREMOTI

1^o *Giugno* 1802.

FONTI.	
STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: H 50 ; Q 4.
OSSERVAZIONI.	
TITOLO:	
DATA: da H 50.	
Q 4: è una lettera, in data « <i>Milano 24 Maggio 1802</i> », colla quale il Consigliere Ministro degli affari interni della Repubblica Italiana invita il V. a studiare il fenomeno dei terremoti per « <i>poter indicare uno sfogo artificiale alle minacce della natura, o altrimenti dissipare i timori</i> ».	
H 50: è la minuta autografa, in data « <i>Como 1^o Giugno 1802</i> », della risposta del V. alla precitata lettera.	

Cart. Volt. H 50.

REPUBBLICA ITALIANA.

Como il p.^o Giugno 1802, Anno 1.

Al Consigliere Ministro degli Affari interni

Il Citt. Volta Professore di Fisica Sperimentale nell'Università di Pavia.

Ho ricevuto, Cittadino Ministro, tre giorni sono la lettera, che mi avete fatto l'onore di scrivermi in data de' 24. scaduto Maggio. Comprendo da questa, che in troppo buon concetto avete i Fisici, e me in particolare, stimandone capaci di suggerire de' mezzi, onde prevenire i tremuoti, o affievolirli almeno a segno di renderne non così disastrosi gli effetti. Lungi dal poter pretendere a tanto, non sono i Fisici ancora d'accordo sulla causa di questi terribili fenomeni.

Alcuni mossi da certe apparenze, o da qualche accidentale sintomo di elettricità, impegnati altronde a far campeggiare questo prodigioso agente sopra ogn'altro, ad attribuirgli quanti fenomeni mirabili o strepitosi accadono in Cielo e in terra, a non vedere per tutto che elettricismo, non dubitarono di presentarlo come causa unica, o almeno primaria de' tremuoti, e delle eruzioni vulcaniche, nelle quali allorchè accadono più grandiose e insigni, la densa colonna di fumo vedesi tratto tratto solcata da veri fulmini, e manifesta altri segni di forte elettricità. Pretesero que' Fisici che i tremuoti siano occasionati da un forte sbilancio di fluido elettrico tra una parte della terra che trovisi eccessivamente sopraccaricata, ed un'altra che ne scarseggi e prodotti quindi dal rapido trascorrimento di esso fluido portato a ristabilire l'equilibrio. Insomma che sia il terremoto un vero fulmine sotterraneo. Il più impegnato tra questi Fisici si è l'Abate BERTHOLON, il quale pubblicò non sono molti anni, oltre le opere prolixe sull'Elettricità de' vegetabili, in cui la fa giuocare come il principale agente della vegetazione, e quella sull'elettricità delle Meteore,

che tutte riporta, non che i fulmini, che sono fuor di dubbio veri fenomeni elettrici, la grandine e la neve, che se non lo sono, vengono dall'elettricità atmosferica modificate, ma e venti e piogge e rugiade a codesta elettricità, che ben nulla o ben poco v'influisce, un'altra opera particolare non meno voluminosa sull'elettricità de' tremuoti, e arrivò perfino a proporre e raccomandare i da lui chiamati *para-tremblements de terre*, a somiglianza dei para-fulmini, ponendo in quelli non minor confidenza che in questi. Con pari franchezza avea proposto i cosiddetti paragrandine (*paragrele*) egualmente chimerici, o poco meno.

Quand'anche potesse ammettersi, contro i tanti argomenti in contrario, una tal teoria de' terremoti, fondata tutta sopra un preteso sbilancio di fluido elettrico nell'interno della terra, simile a quello, che ha luogo sovente tra la terra, e le nubi dell'atmosfera, che piacque già prima di BERTHOLON al celebre Fisico Italiano Padre BECCARIA, e alla quale non mancarono sostenitori anche fra gl'Inglese; non per questo crederei valutabile il preteso rimedio dei così detti *para-tremblements de terre*, per molte ragioni ed argomenti dedotti dalle stesse leggi conosciute dell'elettricità, che qui stimo superfluo di addurre; come pure superfluo di descrivere un tale inutile e ridicolo apparato di puntute sbarre metalliche conficcate in terra.

Del resto pochi sono i Fisici che ebbero ricorso all'elettricismo per ispiegare i tremuoti. Avrei potuto tralasciare di far menzione come tralascio altre strane opinioni, dirò che la più parte concorre a ripeterli con ben più di fondamento da fermentazioni ed accensioni sotterranee. Non è difficile infatti, supponendo queste, e immaginandole forti ed estese, il render ragione dell'immane forza, che giunge a sommuovere da cima a fondo, e a far traballare una sì grande massa del globo terraqueo, qual'è quella che viene effettivamente scossa ne' grandi e vasti terremoti; e lo spiegare gli altri sorprendenti fenomeni. Basta por mente alla quantità dei gas ossia fluidi aeriformi, e de' vapori parimenti elastici, che in una vasta accensione sotterranea, qual si suppone, si sviluppano, e cercano spazio a dilatarsi; basta avere una giusta idea della prepotente forza espansiva, che con quel calore più che di fornace esercitar deono quelle arie, e questi vapori. Lo scoppio tremendo delle polveri fulminanti, le mine che si fan saltare, e le terribili esplosioni prodotte da poca acqua in un subito vaporizzata dai metalli fusi, od altre materie infocate, che l'involgano, ce ne fanno prova, siccome tanti altri esempi.

Ma tale idea di accensioni sotterranee e di mine, diciam così naturali tanto meno potenti quanto più profonde delle artificiali, e incomparabilmente più estese ne' loro effetti, nella propagazione cioè delle scosse, tale idea è ancor troppo vaga, e non è infine che una supposizione. Per farsene qualche idea più determinata aspettano i Fisici più sensati da una miglior cognizione del mondo sotterraneo ulteriori lumi, dietro quelli, che la Mineralogia e la

Chimica ci ha finora somministrati. C'insegna quella, che esistono quà e là a varie profondità degli strati e de' filoni più o meno grandi ed estesi di solfuri metallici, ossia piriti, massime di ferro; e che codeste piriti ammassate, venendo col concorso dell'acqua e dell'aria a decomporsi nel processo che chiamasi vitriolizzazione delle piriti, si riscaldano e gonfiano prodigiosamente, fino a prorompere talvolta in fuoco e fiamma. Alla spiegazione del qual fenomeno venendo in soccorso la Chimica e Fisica sperimentale, ci additano, oltre molte sperienze di moderni di simili accensioni spontanee e di fermentazioni se non con fiamme e fuoco vivo, con intenso calore oscuro, gonfiamento più o men grande delle materie, e sviluppo di fluidi elastici, la famosa esperienza in grande di LEMERY, il vecchio, il quale avendo preso alcune centinaia di libbre di limatura di ferro, e di solfo impastate con acqua, e sepolta avendo tal massa a molti piedi sotterra, videsi dopo alcune ore aprirsi quella terra con eruzione di molto fumo e fiamma a guisa di un vulcanetto e provossi una scossa propagata per qualche tratto a somiglianza di picciolo terremoto. Oltre le piriti o solfuri metallici, altri minerali esser vi possono, e probabilmente ne esistono sotterra, in copia, suscettibili pure di una simile focosa fermentazione: vi sono di sicuro i grandi strati di carbon di terra, solfi, bitumi, solidi e liquidi, che in varie combinazioni fra loro, e con terre, sali, sostanze metalliche, ecc. possono per avventura fermentare insieme, scaldarsi, gonfiare prodigiosamente, ed anche accendersi (E quante miscele, oltre quella della fuliggine cogl'olj, che si è scoperto non son molti anni accendersi spontaneamente a capo di alcune ore, non si son trovate in seguito a varj tentativi andar soggette in certe circostanze al medesimo accidente?). Ma sopra quelle fermentazioni od accensioni non abbiamo sperienze così sicure come sopra quelle dei solfuri metallici, ed in ispecie di ferro. Però è, che aspettiamo, come si è detto, dalla Chimica, e dalla Mineralogia, dalle sper.^{ze} ed osservazioni, ulteriori lumi.

Intanto non è fuor del verisimile il concepire, che esistano i detti solfuri, o i materiali quali essi siano per le accennate fermentazioni minerali, od accensioni sotterranee, come a piccole profondità, a portata degli ordinari scavi, che esistano, dico, ed in picciola dose nel qual caso non producono nè strepitosi effetti, nè molto meno alcun guasto, così pure a profondità molto considerabili, ove non mai penetrarono i Mineralogi, ed in quantità immensa, onde i terribili scuotimenti, e la loro propagazione a lunghi tratti di paese; le sovversioni e rovine ne' luoghi più vicini allo scoppio, ecc.: e che tali accensioni profonde con eruzione accadano infatti è manifesto da' Vulcani; come pure che sogliono bene spesso essere precedute od accompagnate da terremoti; a' quali sono appunto soggette, più che qualunque altra, le regioni ad essi vulcani vicine.

Che se lo sono, con tutto lo sfogo che aprono alle sotterranee accensioni

le bocche vulcaniche, come mai, e con quale fondamento potrebbesi sperare di prevenire qualsiasi terremoto, di sventare, diciam così, la mina per mezzo di aperture, e scavi artificiali, che non mai giungono alle viscere della terra? E chi sa mai immaginare in quale immensa copia trovinsi in que' profondi ammassate le materie sulfuree metalliche od altre atte a fermentare e ad accendersi come si è detto? Considerisi da quanti secoli l'Etna in Sicilia, l'Ecla in Islanda, ed altri grandi vulcani nelle diverse parti del Globo continuano ad eruttare materie infocate. Eppure con que' grandi canterj non è ancora esaurita la materia a segno che le vicine contrade non ne abbiano a sentire delle scosse più o men forti e frequenti di tremuoto. Altronde e come, e dove, e a quale profondità onde ciascuna viene alimentata, dovrebbero praticarsi, ne' paesi che crediamo minacciati, le indicate aperture e spiragli, perchè giovassero, se non a togliere e dissipare intieramente, a diminuire almeno (al che non si nega che potrebbero forse, eseguiti gli scavi a dovere, e indovinato per ventura il luogo più a proposito, servire in qualche maniera) l'impeto delle scosse, allorquando fossero per accadere nuove esplosioni?

Del resto sarei d'avviso, che a maggior profondità ancora di quella, a cui fassi l'accensione ne' vulcani, succedano le fermentazioni sotterranee, accompagnate, se non da vero accendimento, da calore molto intenso, atto a gonfiare le materie in modo strano, ed a sviluppare gran quantità di fluidi elastici; quelle fermentazioni, dico, che cagionano i grandi e vasti tremuoti, con, o senza eruzione manifesta. Una delle ragioni, che mi porta a supporre cotal profondità stragrande, si è appunto la grande estensione de' paesi, che ne vengono scossi, la quale va talvolta a migliaja di migl, e tanto, che una gran parte del globo terracqueo se ne risente, come accadde nel famoso e sì funesto terremoto di Lisbona; laddove ne' tremuoti, che precedono od accompagnano le eruzioni de' noti vulcani, ancorchè forti scosse ne ricevano i luoghi ad essi vulcani vicini, poco ne risentono i lontani, e nulla i lontanissimi. Sembra dunque, che la sede di questi, ossia il luogo, da cui parte la loro azione, trovisi più verso la superficie della terra, e all'incontro la sede di quelli altri tremuoti ciechi, ossia che non dan fuori con manifesta eruzione si asconda assai più addentro nelle viscere della medesima, e verso il centro. Se così è, quale speranza ci resta mai di potere in alcun modo aprire de' sfoghi artificiali a delle mine così profonde e vaste, onde sventarle anche solo in parte? Come potrebbesi aprire delle ampie voragini, che scendessero fino a quegli abissi?

Altro indizio per me della grandissima inarrivabile profondità, onde parte l'urto ne' grandi tremuoti, ne' quali non succedono vere eruzioni, si è giusto la mancanza di queste; parendo che perciò appunto non accadano, perchè troppo profondamente sepolti trovinsi i materiali fermentanti, nè possa quindi venire largamente da quel fondo e fino alla superficie squarciata la terra, ma

o sollevata soltanto quà e là, o leggermente rotta da alcune fessure, e crepacci. Si può comprendere, altronde, che il gonfiamento delle materie, e la prodigiosa quantità di fluidi elastici sviluppati, si limitino a produrre delle scosse più o meno forti, truovino sufficiente sfogo nelle molte e grandi cavità sotterranee, che esistono e vicino alla superficie, e più forse a quelle grandi profondità.

Parlo de' tremuoti che molto si estendono, tantochè dir si possono generali, presumendo non senza ragione, che questi procedano da un centro profondissimo. Ma niente vieta che ne vengano eziandio da non grandi profondità, e minori finanche di quelle a cui succedono le accensioni vulcaniche. Accadendo questi tremuoti più superficiali, deboli o forti, secondo la quantità delle materie fermentanti, non si estenderanno mai, per quanto possano essere violente le scosse sulla faccia medesima del luogo, e a proporzione anche nelle vicinanze, non si estenderanno mai a lunghissimi tratti di paese, com'è facile di comprendere, e saranno quindi tremuoti parziali, più o meno. Tale si è mostrato il recente tremuoto dei 12. maggio, che recò gravi danni ad alcuni paesi in vicinanza dell'Oglio, e non poco di là lontano; tale ed innocuo un altro men forte, accaduto circa tre anni sono; che ebbe il centro verso quelle stesse parti, cioè tra l'Oglio e l'Adda, ne' contorni di Caravaggio, per il che sembrano aver avuto origine ambedue dall'istesso strato o filone di piriti o d'altre materie suscettibili di simile focosa fermentazione. Sappiamo, che non si estesero moltissimo nè l'uno nè l'altro; però a qualche centinaio di miglia da alcune parti, massime quest'ultimo de' 12. maggio di quest'anno. Può quindi congetturarsi, che intorno ai nominati luoghi, e a non così grande profondità trovisi siffatto ammasso, o strato di materie sulfureo-metalliche ecc. cagione di tale fenomeno disastroso. Se così fosse dovrebbe sembrare possibile di scavare fin là delle aperture, e dare con ciò utile sfogo alle esplosioni, che potessero succedere in avvenire. Ma ne dubito molto. Temo, che la profondità non sia ancor troppo grande, considerate le sopraindicate distanze, a cui s'estese il terremoto, di cui si tratta, e fatto riflesso, che in tutti gli scavi praticati per altri oggetti non è occorso finora d'imbattersi in simili strati od ammassi piritosi; nè di altre materie che sembrano atte a fermentare od accendersi spontaneamente; e che tutto il nostro suolo Lombardo non presenta presso a poco che strati un sopra l'altro di ciottoli fluitati, e ghiaja, con altri sedimenti delle acque. L'ammasso dunque in questione non sembra poter esistere quivi, che a delle profondità inarrivabili, negli antichi strati originarij, ossia nelle vere viscere della terra, anzichè nella superficiale crosta, alla quale si limitano i travagli degl'uomini. E poi chi sa quanto grande, quanto esteso, e in qual direzione sia un tale ammasso; in quali luoghi, e per quali condizioni trovisi più disposto a fermentare; e infine quali e quante aperture, che arrivassero fin là, converrebbe di praticare, per dargli sufficiente sfogo?

Poca o niuna speranza pertanto nodrir possiamo, a mio parere (e di questo parere credo, che saranno gli altri Fisici, e Chimici, e Mineralogi) di poter apportare alcun utile rimedio, o preservativo alle scosse di terremoto, che possano o presto o tardi rinnovarsi ne' sgraziati paesi, in cui si sono replicatamente, e con danno fatte sentire da pochi anni in quà. Giova invece sperare, che ne cessi naturalmente la causa, o trovandosi per sorte esaurita la materia, o mancando le condizioni richieste alla rapida violenta effervescenza delle medesime; le quali condizioni son forse molte, e non facili a combinarsi, o che almeno avanzandone poca di tal materia, o trovandosi in difetto taluna di tali condizioni, molto di rado, meno gagliarde accadano le scosse, fino a non più temerle, ed a scordar quasi le passate spaventose. Una tale speranza fondata sull'esperienza dei tremuoti che non son molti anni furono per mesi e mesi cotanto frequenti e or più, or meno forti a Bologna, e ne' contorni, e svanirono infine, sicchè da un pezzo non se ne ha più sentore veruno; e l'osservazione, che mai ne' passati tempi per secoli molti, accaddero nella nostra Lombardia terremoti con grandi rovine, ed eccidj; dovrebbero bastare a dissipare ogni eccessivo timore ed ansietà anche negli abitanti de' paesi stati ultimamente percossi.

Ma se dobbiamo sperare fiduciosamente che i temuti e in parte già provati disastri cessino naturalmente, o per divina benefica provvidenza, poco o niun fondamento, torno a dire, abbiamo di promettercene un preservativo non che sicuro, ma neppur probabile, dall'arte.

Spiacemi molto, che la Scienza che amo, e che professo, e tutte le naturali cognizioni non possano in ciò corrispondere agli ottimi desiderj, e mire del Governo, il quale in proteggerle vorrebbe potersi promettere da quelle, oltre il maggior lustro alla Nazione, i più grandi vantaggi alla Società, e questi si adopera di procacciare per ogni maniera. Ma se non possono le dotte scienze servire in tutti i casi ed emergenti, nè soddisfare a tutti i desiderati, lo possono in molte occorrenze; ed ogni giorno accrescendosi le cognizioni, e moltiplicandosi le scoperte, ne crescono ancora le utili applicazioni ai bisogni, e comodi della vita. Del che sarebbe superfluo l'allegar esempj a voi, illuminato Ministro, il quale intento fralle altre cure dello Stato, a promuovere queste Scienze, e ad incoraggiare chi le coltiva, riguardate me pure con una bontà particolare.

Salute e Rispetto.

ALESSANDRO VOLTA.

XCVIII.

LETTERA
AD UNO SCIENZIATO NON NOMINATO

1804.

FONTI.

STAMPATE.

Nuovo Cimento, Vol. X, 1899, pg. 401.
Voltiana. Settimanale ufficiale del Comitato esecutivo per le onoranze a Volta nel primo centenario della morte. Como, 1927, N. 23.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **H 52.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: senza data.

H 52: è la minuta autografa di una lettera del V., nella quale non appare nè la data, nè il nome del destinatario: riguarda fenomeni presentati dal Lago di Como, ed inoltre contiene accenni ad argomenti vari sulla meteorologia o sui vapori. Questa lettera venne pubblicata la prima volta nel Nuovo Cimento (Vol. X, 1899, pg. 401), per cura del prof. Carlo Somigliana, con considerazioni critiche che lo portavano a ritenerla scritta nel 1804, o poco dopo, e diretta al Vaucher, prof. a Ginevra. Si pubblica questa minuta di lettera, rispettando fedelmente la grafia del Mns.

Voltiana, 1927, N. 23: è la risposta, in data 20 gennaio 1805, del Vaucher alla precipitata lettera del V.: l'autografo di questa lettera del Vaucher è posseduto dall'Avv. Zanino Volta.

Vous me demandez si le lac de Côme présente le phénomène de flux et reflux, que Mr. DE SAUSSURE a observé sur le lac de Genève et qu'il décrit dans ses voyages aux Alpes. Je vous dirai donc que rien de semblable ne s'observe ici. Au reste vous jugez très-bien que si la cause du phénomène qui a lieu à Genève, est celle que vous croyez, savoir, les pressions inégales de l'atmosphère sur différentes parties de la surface du lac à l'approche de quelque orage ou dans d'autres changements de tems, les bords du lac à Côme, d'où il ne sort aucune rivière ne sont pas propres pour produire un tel flux qui soit sensible. Mais à l'extrémité de l'autre branche de ce même lac à Lecco, où il se retraits beaucoup, il en sort l'Adda; à cet endroit il ressemble donc assez au débouché de votre lac à Genève. Cependant on n'y observe pas le flux et reflux dont il est question; comme on ne l'observe non plus, au moins que je sache, à l'extrémité du lac Majeur près de Sesto, où sort le Tessin.

Il y a bien un flux et reflux célèbre dans un endroit du lac de Côme appelé la *Pliniana* de la maison de PLIN le jeune et de la fontaine qui la traverse, décrite par ce même auteur et par plusieurs autres tant anciens, que modernes. C'est d'un tel flux et reflux que parlent les voyageurs (la fontaine de PLIN). Les eaux de cette fontaine, ou plutôt torrent, qui sort d'un rocher caverneux, croissent et décroissent considérablement tous les jours à plusieurs reprises tantôt plus tantôt moins, et sans régularité dans leurs périodes. On a imaginé plusieurs causes de ce flux et reflux merveilleux, et de ces irrégularités, qui d'ordinaire sont plus grandes dans les changements de tems, mais aucune ne satisfait pleinement. Sans doute la conformation intérieure de la grotte et un arrangement particulier des canaux qui conduisent cette eau contribuent beaucoup au phénomène; il se pourrait même que cette forme et arrangement en fût l'unique et véritable cause, s'il étoit tel qu'il rassemblerait en quelque manière à cette combinaison de syphons par laquelle les Physiciens imitent réellement les fontaines intermittentes, ou forment

differentes especes de diabètes. Mais il paroît aussi que les vents y ont beaucoup d'influence; et d'ailleurs les périodes du flux et reflux, dont il s'agit, devroient être plus régulières, s'il étoit produit à la manière des diabètes ou des fontaines intermittentes artificielles.

Les voyageurs et les écrivains parlent aussi d'un autre flux, ou chute d'eau intermittent qui tombe dans le lac de Côme à vingt milles environ de la ville sur la côte orientale, et qu'on nomme *Fiume latte*. C'est un gros torrent écumeux qui se précipite d'une montagne et qui ne coule que pendant un mois environ vers la fin de l'été, quelque secheresse qu'il fasse; les autres mois de l'année, malgré des pluies abondantes son lit reste à sec.

Ce torrent, comme il paroît, aussi par la froideur de ses eaux, doit être produit par la fonte de quelqu'amas de neige; qui se trouvant à l'abri des rayons du soleil pendant les premiers mois de l'été, en est frappée seulement vers la fin de cette saison et commence alors seulement à se fondre rapidement.

Au reste il y a eu plus d'une fois des grands mouvements des eaux du lac produits par quelque cause extraordinaire et violente, des *aquaemoti*, comme nous les appellons, les comparant aux tremblements de terre, de quelles ceux-là ont dû dépendre quelques fois, ou être concomitants. Quelques fois aussi ils ont été occasionnés par des ravins ou éboulements des terrains ou des bancs de sable, par chute sous l'eau même de quelque pièce de montagne, ecc.; d'autres fois enfin il a été impossible d'en deviner la cause. Tous ces cas assez rares et accidentels, ne pouvant conduire à aucune decouverte des lois naturelles, ne meritent pas une grande attention de la part de l'observateur physicien.

Voilà les singularités plus remarquables que presente mon lac reserré entre des hautes montagnes beaucoup plus étroitement que le vôtre. Des observations plus particulieres qui concernent, non seulement sa topographie, [1] mais aussi l'histoire naturelle, se trouvent dans un ouvrage publié il y a peu d'années par le savant Abbé CHARLES AMORETTI, ci-devant Secrétaire de la Société patriotique de Milan et à présent bibliothecaire de l'Ambrosienne, membre de notre Institut national et de plusieurs Academies, sous le titre: *Viaggio ai tre laghi Maggiore, di Lugano e di Como* [2] avec une bonne carte, ouvrage qui vous aurait beaucoup servi dans votre course sur ces lacs et qui pourroit vous servir encore apres.

Pour moi j'ai fait peu d'observation de ce genre. J'en ai fait seulement quelques unes qui regardent la Physique et particulièrement la Meteorologie, comme sur la formation des orages qui naissent si frequemment dans certaines vallées, sur leur periodicité ou retour au même endroit et à la même

[1] *Nel Mns. a questo punto leggesi: « et economique ».*

[Nota della Comm.].

[2] *La prima edizione di quest'opera è del 1794.*

[Nota della Comm.].

heure, etc.; et en cherchant à expliquer ces retours, j'ai conçu que la couche d'air dans les heures plus chaudes d'un jour soit le champ de bataille d'un orage; cette couche d'air dans cette vallée, qui a été aujourd'hui pendant les heures plus chaudes le champ de bataille d'un orage, cette couche d'air qui a été occupée par les nuages orageux avoit retenu une certaine disposition pour le devenir aussi demain et les jours suivants. Puis quelle peut être cette disposition, l'orage étant entièrement passé et l'air retourné parfaitement serain le soir, toute la nuit et le matin jusques vers midi, comme il arrive souvent? Qu'a-t-elle donc retenu cette couche d'air pour devenir quelques heures apres le berceau d'un nouvel orage? Il a retenu, à ce que je pense, plus ou moins de ce froid excessif et extemporain qui s'étoit emparé des nuages orageux la veille et y avoit dominé tout le temps qu'a duré la tempête, froid qu'on doit juger extrêmement intense, puisque il est capable de produire la grêle, et la produit en effet très-souvent, quoique elle n'arrive pas toujours à terre, se fondant dans sa chute. Or donc cette couche d'air si fortement refroidie conserve beaucoup de cette temperature jusqu'au jour suivant, et voilà donc plus de disposition dans cette place, que partout ailleurs pour la condensation des vapeurs qui s'elevent en grand quantité dans les heures chaudes de la journée, et pour former des nuages qui augmentant de plus en plus deviendront à leur tour épaisses et noirs et enfin orageux par le concours des autres causes à cela requises, de l'électricité, etc.

J'ai développé plus amplement ces idées dans un discours que j'ai lu il y a plusieurs années à une séance de l'Université de Pavie, à l'occasion de conferer le degré académique à quelques étudiants; et dans un autre discours semblable [1] j'ai taché d'expliquer plus avant d'ou peut venir ce froid excessif extemporain qui saisit les nuages orageux dans les régions qui ne sont pas fort élevées, au point d'y former la grêle; et comment les premiers rudiments de cette grêle, qui sont des flocons de neige et les graines qui se forment et grossissent par des incrustations, et des couches successives de glace solide qui enveloppent ce noyau neigeux, peuvent se soutenir assez long-tems en l'air pour arriver à la grosseur d'une noix et meme davantage, comme on en voit quelques fois. J'ai donc attribué ce froid extraordinaire à l'évaporation très grande d'une premiere couche de nuages par les rayons du soleil qui dardent dessus: à la transformation d'une partie de ce nuage ou amas de vapeurs vessiculaires en vapeurs élastiques et j'ai vu en ce cas la raison pourquoi la présence du soleil est nécessaire à la formation de la grêle, et la

[1] *Dei due discorsi qui richiamati, K 26 è la redazione autografa dell'ultima parte del primo (vedansi le note al N° OII), e K 7 è la redazione, pure autografa, del secondo discorso, letto nel 1788 (vedansi le note al N° XCIX).*

[Nota della Comm.].

saison et les heures où ces rayons ont plus d'activité y sont plus favorables. Les vapeurs élastiques dans lesquelles se transforment par l'action du soleil la partie supérieure du premier nuage, en même temps qu'elles lui enlèvent beaucoup de chaleur se l'appropriant et le rendant latent, emportent aussi beaucoup de fluide électrique au point de lui ôter l'électricité en plus qu'il avoit d'origine, et même de l'électriser en moins.

J'ai examiné souvent avec l'hygromètre à cheveu l'humidité du soir et de la nuit sur le lac à différentes distances de terre, et j'ai trouvé et constaté, que en été, et par un temps calme, pendant toute la nuit, et surtout les premières heures après le coucher du soleil, plus on s'éloigne du rivage et moins l'air est humide: ce que j'ai cru pouvoir expliquer par la chaleur toujours renouvelée que l'eau du lac conserve à sa surface dans ces heures plus que la terre, qui se refroidit promptement sur-tout où elle est couverte d'herbes et de plantes. Cette chaleur du lac à la surface se communique à l'air qui repose dessus et la rarefiant doit produire un léger vent vertical, ou une colonne d'air ascendant, pour remplacer lequel y recourra l'air environnant d'en bas et formera ces petits vents de terre, qui regnent en effet dans ces heures. Ces vents frais et humides à mesure qu'ils entrent dans la colonne ascendante chaude, participant à cette chaleur, acquièrent de la sécheresse, ou pour mieux dire, retrogradent dans l'échelle hygrométrique de l'humidité attendu que la quantité de vapeur dont ils étoient chargés [1], fût-elle au maximum, reste de plusieurs degrés inférieure à la quantité requise pour le maximum de la nouvelle température que prend cet air. On comprend que pour que cette marche vers la sécheresse soit la plus marquée, il faut que le vent de terre, dont je parle, soit très-léger; autrement la grande masse d'air frais et humide arrivée en peu de temps à la même place sur le lac ne peut être échauffée que très-peu, et reste par conséquent presque aussi près de l'humidité extrême qu'elle étoit auparavant. C'est en effet lorsque le vent de terre étoit insensible, ou presque, que j'ai observé la plus grande différence entre l'humidité de l'air, soit aux bords du lac, soit plus intérieurement dans les terres, et celui sur le lac à une distance considérable du rivage. J'ai vu dans ces circonstances, en m'éloignant de terre en bateau, retrograder l'hygromètre de 92. 95. degrés à 85. 80. et plus encore, à mesure que j'avancois vers le milieu du lac. Survenoit-il alors des bouffées capables de faire impression sur le visage, et de rider la surface de l'eau? Chaque fois, et tant que duroient ces bouffées l'hygromètre, que j'observait, marchoit de quelques degrés au plus humide.

J'ai développé plus amplement ces idées dans un discours que j'ai lu il y a plusieurs années à une séance de l'Université de Pavie à l'occasion

[1] *Le correzioni, che il Mns. presenta, permettono di ricostruire anche la seguente lezione:*
« Attendu que la quantité de vapeur qu'ils contenaient ». [Nota della Comm.].

de conférer le degré académique à quelques candidats [1]. Je les ai cru neuves; peut-être elles ne l'étoient pas, ou elles ne le sont plus aujourd'hui, et d'autres physiciens ont publié des observations et des explications semblables: tant mieux; plus elle seront constatées et confirmées, plus la science y gagnera.

Une autre observation que j'ai fait il y a bien d'années est celle de la température de l'eau du lac de Côme à des grandes profondeurs, température que j'ai trouvée même vers la fin de l'été à peine 4 1/2 degrés au dessus du point de la glace, tres-à-peu près comme Mr. DE SAUSSURE avoit trouvé celle de l'eau du lac de Genève. C'est une chose bien remarquable que cette basse temperature (renouvelée continuellement par une circulation qui se fait des particules fluides qui descendent et cedent leur place aux plus chaudes qui montent) au fond de nos lacs, qui n'arrive pas à 5. degrés, tandis que celle de la mer Méditerranée aux memes profondeurs, aussi bien que celle de presque tous les puits, et des souterrains assez profonds et abrités est entre 9. et 10. d.; et je ne crois pas que les explications qu'on en donne, puissent satisfaire pleinement.

Maintenant, quittant le lac et mes anciennes observations qui le regardent, je viens à mes travaux plus récents d'un autre genre, dont vous souhaitez d'être informé. Ne vous attendez pas à des nouvelles découvertes d'importance. Ces travaux et toutes mes recherches se réduisent à peu de chose. Depuis que je vous ai quitté et que j'ai été de retour en patrie, je ne me suis presque occupé [2]

[1] *L'argomento è trattato in K 4, che è la redazione autografa del discorso sull'evaporazione letto all'Università di Pavia il 5 giugno 1787 (vedasi il N° CXXV del Vol. VII).*

[Nota della Comm.].

[2] *A questo punto il Mns. è interrotto.*

[Nota della Comm.].

XCIX.

DISSERTAZIONE SULLA GRANDINE

DI

ALESSANDRO VOLTA

MEMORIA DIVISA IN TRE PARTI

1806.

FONTI.

STAMPATE.

Mem. Ist. Naz. Ital. Classe di Fisica e Matematica, T. I, P. II, Bologna, 1806, pg. 125.

Br. Giorn. Fis., T. I, 1808; pg. 31; pg. 129; pg. 179.

Delam. Journ., T. LXIX, 1809: ottobre, pg. 286; novembre, pg. 330 (tradotto in francese da Veau Delaunay col titolo: « *Mémoire sur la formation de la grêle* »).

Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 355.

Tipografia e Libreria Manini, Milano, 1824 (ristampa per cura del canonico Angelo Bellani, col titolo « *Sulla formazione della grandine* », e con la parte 4^a riguardante « *Il periodo dei temporali* »).

Giornale dell'italiana letteratura, Padova T. XVIII, 1807, pg. 249 (in riassunto).

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **K 23**; I 36; K 7; H 10; N 55; N 66.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da K 23.

DATA: la memoria sulla grandine si trova, nelle sue linee fondamentali, già preparata in I 36, che è la minuta di una lettera scritta dal V. nel 1787, ed indirizzata al Lichtenberg (vedasi il N° XCI di questo volume); una successiva redazione, non ancora completa, della detta memoria, la si ha in K7, che è un discorso recitato dal V. nel 1788; infine la redazione definitiva ci è data da K 23, che è un Mns. autografo steso nel giugno 1806, come risulta dalla nota a pg. 2, foglio 13, di K 23, corrispondente alla nota (12), che si trova a pg. 450 di questo Volume. È da notare che in Mem. Ist. Naz. It. a pg. 125, sotto il titolo della memoria trovansi l'indicazione: « *ricevuta il dì 1 Agosto 1804* ». Qualora non si volesse attribuire ciò ad un errore di stampa, lo si potrebbe spiegare tenendo presente che il V. aveva promessa una memoria sui vapori nel 1804 (vedasi Cart. Volt. N. 55), alla quale sostitui poi la memoria sulla grandine nel 1806 (vedasi Cart. Volt. N. 66).

K 23: è un Mns. di 20 fogli, che costituisce la redazione autografa dell'intera memoria sulla grandine pubblicata nelle Mem. Ist. Naz. It., T. I, P. II, 1806, pg. 125. In questa memoria il V., analizzate le cause dell'agghiacciamento delle nubi, ed il procedimento della formazione e dello sviluppo degli embrioni e dei chicchi di grandine, espone e discute particolareggiatamente le sue ipotesi in proposito. Dello stesso argomento, per quanto meno ampiamente, il V. si occupa in I 36, da foglio 5 a foglio 11 (vedasi il N° XCI, ove I 36 è pubblicato).

K 7: è la redazione autografa di un discorso tenuto all'Università di Pavia; essa presenta la seguente intestazione, pure autografa: « *Discorso recitato il dì 17 Giugno 1788 per la promozione di tre agrimensori* ». K 7 assorbe completamente I 36, da foglio 4 pg. 4 a foglio 7 pag. 1, e di questa parte di I 36 si può considerare come una traduzione con rifusioni ed aggiunte notevoli, sì da costituire le prime due parti di K 23, salvo variazioni ed ulteriori aggiunte che compaiono in più in dette prime due parti di K 23.

H 10: è un foglietto autografo, che contiene accenni ad argomenti svolti in K 23.

N 55: è una minuta autografa di una lettera, in data « *Como 22 Giugno 1804* », in cui il V. si scusa, presso il Segretario dell'Ist. Naz., di non poter intervenire, nei primi giorni di luglio, alla seduta dell'Ist., e promette di presentare entro alcuni mesi una lunga memoria sui vapori.

N 66: è una minuta autografa di una lettera, in data « *Como 14 Aprile 1806* », in cui il V. si giustifica presso il Segretario dell'Ist. Naz., di non aver potuto inviare la promessa lunga memoria, a completare la quale dice che ha bisogno di compiere ulteriori esperienze: proporrebbe pertanto di sostituirla con un'altra memoria sulla grandine, e soggiunge: « *Questo scritto non è terminato ma vi manca poco, il più è che debbo tradurlo dal francese in cui lo scrissi a quel tempo che mandai le altre Lettere meteorologiche al sunnominato professore di Gottinga, e ritoccarlo ancora quà e là...* ».

DISSERTAZIONE SULLA GRANDINE

P A R T E P R I M A .

*Numquid ingressus es thesauros nivis, aut thesauros
grandinis aspexisti?* Job. c. 38. v. 22.

Molte sono le difficoltà, che si presentano al Fisico, il quale si accinga a voler spiegare la formazione arcana della grandine, l'ingrossamento mirabile de' suoi grani, la sospensione de' medesimi in aria fino alla rovinosa di lor caduta, ed altri fenomeni, che la precedono, e l'accompagnano. Non così astrusa è la spiegazione de' temporali non grandinosi; dell'elettricità che ne è in parte l'origine, e in più gran parte l'effetto, prodotta cioè dal rapido condensamento di gran copia di vapori, in densi ed atri nuvoloni; di quell'elettricità, che in un modo, o nell'altro vi domina più o meno strepitante, e variabile non solo nell'intensità, ma nella qualità pur anco, passando da positiva, ossia per eccesso, in negativa, ossia per difetto, e da negativa in positiva a più riprese, e vicende; delle scariche di tal elettricità con lampi, tuoni, e fulmini; degli scrosci di pioggia, che sogliono a questi succedere, ecc. Non tanto astrusa, dico, è la spiegazione di tutti questi fenomeni insieme, onde sono stipati tutti più o meno i temporali, quanto quella di un'altro sintoma più disastroso, che ne accompagna alcuni solamente, cioè la grandine ⁽¹⁾ [1].

(1) Nelle mie memorie sulla *Meteorologia elettrica* contenute in una serie di lettere al fu chiarissimo professore di Gottinga LICHTENBERG, le quali scritte in un cattivo francese furono tradotte in tedesco, e pubblicate in Germania in un volumetto, poco dopo essere com-

[1] Nella presente Edizione Nazionale, si usano in generale, per le note di testo, richiami con lettere in parentesi rotonde: in questo N° XCIX, in via di eccezione, le lettere latine richiamanti le note di testo sono sostituite con numeri progressivi da 1 a 15, conformemente a quanto ha luogo in K 23, ed in Mem. Ist. Naz. Ital. [Nota della Comm.].

Si domanda in primo luogo onde è prodotto il freddo eccessivo, che giunge ad agghiacciare le nubi apportatrici di gragnuola; le quali non compajono già molto alte, anzi sembrano essere delle più basse, e che ravvisansi, qualche tempo prima della fatale scarica, di un color cinericcio tirante più o meno al chiaro andar vagando e come raminghe sotto il telone scuro dell'altre nubi che coprono il cielo. Tali nuvole cineree funeste sa ben distinguerle

parse con qualche aggiunta trasportate da me medesimo in italiano nell'antico giornale del prof. BRUGNATELLI, intitolato *Biblioteca Fisica di Europa*, io mi era avanzato già nella lettera 8.^a fino al punto di descrivere un temporale nascente, e di dar anche un cenno de' suoi progressi; e ciò dopo avere spiegato, primieramente l'elettricità *in meno* di quasi tutte le piogge, malgrado che l'elettricità di ciel sereno, dello rugiade, e delle nebbie sia costantemente *in più*, e quella delle nuvole semplici, o di prima formazione quasi sempre *positiva* anch'essa; in secondo luogo il passaggio di alcune di coteste nubi col tempo dallo stato di tal elettricità originaria *in più* a quello di elettricità *in meno*; il quale invertimento di elettricità succede, quando in virtù dell'azione delle *atmosfera elettriche*, ossia di quella, che chiamasi *elettricità di semplice pressione*, e quando in forza dell'evaporazione sofferta da una nube primaria, conforme all'antica mia scoperta, cioè che i corpi evaporanti vanno elettrizzandosi *negativamente*; appresso, come per tal evaporazione di essa nube primaria, ossia di un inferiore strato nuvoloso, si dia luogo alla formazione di altre nuvole secondarie, elettriche queste *in più*, ne' strati di aria superiori; in ultimo qual possa essere il giuoco reciproco di codeste nuvole contrariamente elettrizzate (veggasi tal lettera 8.^a nell'indicato giornale, Tomo XI per l'anno 1789). Nella lettera 9.^a poi mi era inoltrato, giusta il proposto nell'antecedente, a tentar di risolvere alcuna delle principali difficoltà intorno alla formazione della grandine; segnatamente ad investigare onde mai, e da qual causa provenga il freddo oltremodo intenso, che dee sorprendere quelle tra le nubi temporalesche ch'hanno a divenir gravide di folta e grossa grandine; giacchè non si formano esse di sicuro, nè hanno la loro stanza in regioni così alte, che vi regni naturalmente un tale e tanto freddo, ma sibbene aggiransi nelle mezzane, e piuttosto basse regioni, ove la comune temperatura è di alcuni gradi ancora, e spesso di molti, superiore a quella del gelo. Cotesta 9.^a lettera molto lunga si aggira pressochè tutta intorno ad un tal punto, ed a provare quindi la necessità di un freddo accidentale, od avventizio intensissimo, che sorprenda, come dicemmo, in quella regione temperata la nube, od i vapori di essa, che vanno a subire tal congelazione, che li converta in grandine. Fralle varie opinioni, d'onde venga, o da qual causa sia prodotto un tale e tanto freddo estemporaneo, accennate in questa stessa lettera, ed in parte confutate, si passa ad esporre quella, che sola sembra potersi sostenere, e ch'io abbraccio, e mi propongo di sviluppare. Quest'è l'evaporazione rapida e copiosissima, più di quello immaginare ci possiamo, di essa nube in circostanze a ciò favorevolissime, che mi pare di ravvisarvi. Stimo non inutile il riportar qui di tal lettera 9.^a (consegnata nel tomo XIV del cit. giornale anno 1790) alcuni squarci che contengono le principali cose ivi dedotte.

« Ecco, come anche il sig. DELUC ricorre, non più all'immaginato spediente di far venire dalle altissime regioni superne in grembo alle basse nubi temporalesche de' fiocchi di neve fredda all'eccesso, secondo che opinò un tempo, e alcuni per avventura opinano ancora; bensì ad un freddo accidentale ed avventizio, che sorprende una parte di coteste nubi, come noi pure crediamo... In fatti non vi è altro partito da prendere; e a questo conduce tutto ciò, che son venuto diffusamente mostrando nella presente lettera, e che mi giova di qui ricapitolare, restringendolo alle seguenti proposizioni.

il contadino attento osservatore de' tempi, e dinotarle per quel che sono, per un ammasso cioè di grandine bella e formata. Ma d'onde viene, ripeto, il freddo inconcepibile, che le ha in tal modo agghiacciate? Come ha potuto sorprenderle nel cuor dell'estate, nel bel mezzo del giorno, in una regione molto inferiore alla region nivale?

A cotesta questione assai difficile a risolversi io mi sono accinto altra volta a rispondere, parte adottando ciò che da qualche Fisico è già stato

« I. La stagione de' più fieri temporali, e massime dei grandinosi, è la primavera, e l'estate; e le ore, in cui sogliono nascere e scoppiare, quelle più calde del giorno; e sebbene sieno men frequenti nel cuor di essa state, pure ne accadono anche ne' giorni più cocenti.

« II. L'altezza delle nubi temporalesche e grandinose non suol essere grandissima, e talvolta sono queste assai basse, poche centinaia di tese cioè sopra la terra: come, oltre molte altre osservazioni, lo comprova l'intervallo di soli 3. o 4. minuti secondi tra il bagliore del lampo che fere la vista, e il rumore del tuono, che giunge all'orecchio.

« III. A così picciola altezza, diamola anche di 600. 800. 1000 tese (nel primo dei quali casi ci va a sentirsi da noi il tuono dopo veduto il lampo più di 3. secondi; nel secondo più di 4''; nel terzo più di 5'') la temperatura dell'aria non può essere, che da 6. a 10. o al più 12. gradi Reaum. men calda, che nell'infima regione, vicino cioè alla terra; ove giungendo a 22. 24. 25. gr. e talvolta dippiù, deve essere lassù per lo meno tra i 10. e i 15. o 16. gradi superiore al punto della congelazione.

« IV. Manca dunque ancora non poco al freddo necessario per la formazione della grandine; quand'anche non si richiedesse maggiore di quello, a cui gela naturalmente l'acqua. Or che sarà se ricerchisi di molto maggiore?

« V. E tale si ricerca infatti: 1°. perchè i vapori vescicolari, di cui son composte tutte le nebbie, e le nuvole, resistono molto alla congelazione, come si osserva negli aspri giorni d'inverno, in cui si mantengono pensili in aria, e non forman neve, malgrado che regni un freddo di alcuni gradi sotto il 0. R. la qual renitenza a stringersi, e modellarsi in neve, proviene e dal molto *calor latente*, che debbono perdere essi vapori innanzi gelare, e dalla loro particolare costituzione.

« VI. 2°. perchè i rudimenti della grandine, la base di ciascun grano, ciò che ne forma diremo il *nucleo*, essendo un fiocco di neve, come la materiale ispezione lo dimostra, questo fiocco nevoso vuol essere freddissimo, cioè concepire, e ritenere un grande eccesso di freddo sotto il 0, sì se ha da ridurre ad agghiacciarsi una dietro l'altra varie pellicole d'acqua, che esso fiocco di neve si tira addosso nell'attraversare la gran massa nuvolosa composta di vapori vescicolari non anco gelati, mano mano cioè, che urta in queste vescichette, e le rompe, e incontra altre gocce già formate: se ha, dico, tal fiocco nevoso a formarsi d'attorno la grossa crosta di ghiaccio, che gli dà la consistenza, e la forma di un grano di grandine.

« VII. Ma se tutto questo freddo di un'inconcepibile intensità non lo porta, e non lo dà la regione dell'aria, ove hanno stanza le nubi temporalesche, la quale è calda anzi 10. 12. 15. gradi sopra il punto della congelazione (III.), chi lo darà a tutta la massa di codeste nubi, o ad una parte di esse, e da qual causa mai potrà essere prodotto? Scenderà forse l'aria della superna regione da 5. 6. o più miglj d'altezza, di là cioè, ove soltanto può credersi, che regni un freddo di molti gradi sotto il 0. R., quale richiederebbesi all'uopo? Ma questa supposizione non può in alcun modo ammettersi, ed è poi contraria alle dirette osservazioni.

« VIII. Come neppure può sostenersi, e viene egualmente contraddetto dalle osservazioni,

messo in campo, parte valendomi di altre osservazioni dirette, non che ad appoggiare la già tentata spiegazione, ma a darle nuova forma. Si è detto adunque non senza verosimiglianza, ed io con più fondamento ancora m'avanzo a sostenere, che un tale e tanto freddo può esser prodotto dall'evaporazione, che soffre la nube medesima già formata: evaporazione, che io riguardo come estremamente rapida e copiosa nelle circostanze, che vado ad indicare, e sono: 1.^o i raggi del sole, che percuotono la parte superiore del nuvolo; di

che i primi embrioni della grandine, i fiocchi cioè di neve eccessivamente freddi, siccome esser denno all'effetto di cui si tratta, si formino essi colassù entro a nubi distinte altissime, e di là piovano in seno alle basse nuvole temporalesche.

« IX. Convien dunque di necessità ricorrere ad una causa non rimota, ma presente, che produca un freddo accidentale estemporaneo, di tanti gradi quant'è richiesto non solo a togliere li 10. 12. 15. gradi di calore proprio alla regione ove son congregate le nubi temporalesche, ma ad indurvi inoltre una temperatura di altrettanti gradi inferiore al punto della congelazione, seppur anche basta: ad una causa, dico, convien ricorrere, che ve lo produca ivi proprio quel gran freddo, non che ve lo porti da lontano.

« Tutte queste asserzioni io mi lusingo di averle bastantemente provate, sicchè niuno vorrà più contrastarmele. Resta pertanto ad investigare quale esser possa cotesta causa produttrice di un tanto freddo nelle nubi temporalesche, ed ivi proprio presente. Noi non andremo già a cercarla in quelle immaginarie *particelle frigorifiche*, che furono un tempo in voga ed ora sono sbandite affatto dalla Fisica; come neppure io non so quali dissoluzioni saline, e *fermentazioni fredde*, che senza fondamento si sono tirate in campo; non presentandoci tanto la grandine, quanto le piogge temporalesche, niente dei pretesi sali od altri ingredienti, ma semplice e pura acqua....

« Escluse queste e simili cause, escluderemo dunque ogni altra causa, o *processo chimico*? Intendiamoci: alcune cause, ed effetti considerar si possono e come fisici, e come chimici, a cagion d'esempio la combustione, la respirazione, l'evaporazione. Or appunto quest'ultima, e si concepita in un senso più chimico, che fisico, qual è quello della trasformazione dei vapori nebulosi, ossia vescicolari, in vapori elastici aeriformi, che si spandono più ampiamente nell'aria, e che tali divengono assorbendo, e appropriandosi una gran quantità di calorico, che diventa in essi *calor latente*, onde appunto il raffreddamento, che producono, ecc.: questa evaporazione, io mi perquado, che sia cagione del freddo cotanto intenso, che concepisce, se non tutta la massa, una parte almeno delle nubi temporalesche, quella voglio dire, che va a formare la grandine. Ancor io dunque do una *spiegazione chimica*, se vuol dirsi tale, del fenomeno; o più giustamente adduco una causa fisica e chimica insieme.

« Il Sig. DELUC attribuisce più apertamente.... il freddo eccessivo inconcepibile, onde sono comprese cotali nuvole che vanno a diventare grandinose, ad una *causa chimica*: non già ch'egli ricorra alle dissoluzioni saline, ed effervescenze fredde, che abbiamo rigettate; ma bene avendo in vista delle composizioni, anzi vere generazioni, e distruzioni di *fluidi elastici*, delle metamorfosi dell'acqua in aria, e dell'aria in acqua (ch'egli presume, e di cui si fa delle idee singolari), nelle quali operazioni la materia del calore or si nasconda, or si liberi, ecc., si argomenta di trovare in ciò, come di molti altri, la spiegazione del fenomeno, di cui ora si tratta. Di tali viste, parte veramente luminose, e parte troppo sublimi, e piuttosto lavori di una bella e ricca immaginazione, che altro, sono piene le ultime sue opere (*Idées sur la Météorologie; e Introduction à la physique terrestre par les fluides expansibles*)... Ma lasciando che altri giudichino meglio

un sole sommamente vivo nelle ore e ne' giorni più caldi dell'anno, in cui sogliono appunto accadere più spesso i temporali con grandine: 2.^o la grande rarezza e siccità dell'aria, che sovrasta ad esso nugolo; la quale straordinaria secchezza degli alti strati è comprovata, e posta fuori d'ogni dubbio dalle molteplici osservazioni dei due più grandi Fisici, che siansi occupati delle modificazioni dell'atmosfera nelle diverse regioni sino alle più grandi altezze, cioè i Sigg. DELUC e SAUSSURE: ciò che anche è stato confermato dopo l'in-

di coteste opere interessantissime in generale, e particolarmente delle nuove idee di DELUC riguardo alla grandine; e lasciando pure, che si denomini fisica, o chimica, come più aggrada, quella spiegazione o questa, locchè poco importa, purchè compaja fondata, e conforme ai fenomeni della natura, torniamo alla nostra, che credo tale, e che è tratta da ciò che più conosciamo degli effetti dell'evaporazione.

« Io dunque ripeto il fenomeno, che abbiám mostrato di sì difficile spiegazione, cioè il grande, il massimo raffreddamento, il qual opera quella prodigiosa congelazione de' vapori in certe nubi temporalesche, che li trasforma in fiocchi di neve, indi in grandine, lo ripeto da un'evaporazione straordinariamente rapida e copiosa, cui van soggette, non dirò tutte, ma alcune di dette nubi, quelle appunto, che diventan grandinose: da un'evaporazione promossa insignemente dall'aria secca superiore; dalla viva azione de' raggi solari, onde vengono quelle nuvole investite; e dalla valida elettricità, che le anima; da quell'evaporazione insomma, il cui giuoco ho tirato già in scena, ed ho fatto tanto valere nella lettera precedente riguardo al distruggere ch'essa fa l'elettricità *per eccesso* di cotali nuvole, che divengon giusto temporalesche, e ridurle fino alla contraria *per difetto*. Riportandomi alle quali osservazioni, e ad altre prove, che addurrò nella lettera, che seguirà questa dappresso, farò qui soltanto riflettere, che se tale e tanta si è l'evaporazione di siffatte nuvole, tale e tanto il *fluido elettrico*, che si portan via i vapori elastici, in cui si converte una gran parte dei vescicolari, onde son quelle formate, che distrutta la forte loro elettricità *in più* che avean dapprincipio, riduconsi ad una non debole *in meno*; può bene essere tanto anche il *fluido calorifico*, che se ne va via con essi vapori elastici, giusta la loro esigenza, e conforme la teoria del *calor latente*; può, dico, essere tanta, e lo sarà qualche volta almeno, la materia calorifica portata via, da distruggere non solo i 10. 12. 15. gradi di caldo proprio di quella regione, in cui trovansi sospese le nuvole di cui parliamo; ma d'indurre inoltre in taluna di esse (quando non fosse, che alla parte loro superiore, la qual soffre la massima evaporazione, e la perdita immediata) una temperatura di molto inferiore alla congelazione ».

Ciò basta per mostrare fin dove io era giunto con codesta lettera 9^a. Altre ne dovean succedere, in cui si sarebbe spiegato più ampiamente ancora, e reso vieppiù verisimile codesto prodigioso raffreddamento indotto dall'evaporazione in alcune nubi ad essa singolarmente soggette, e tentato insieme di risolvere altre difficili questioni, che pur rimangono intorno alla grandine; ma di queste Memorie in gran parte già scritte fu interrotta per alcuni accidenti la pubblicazione. Ebbi però occasione di comunicare ad alcuni miei corrispondenti e amici, sì italiani, che esteri, il contenuto, e di leggerne anche a taluno de' lunghi squarci. Tutti m'incoraggiarono a pubblicare queste mie idee, per quella parte almeno che sembrò loro contenere del nuovo; ma non seppi mai indurmi a farlo, o mi mancò l'opportunità. Or questa mi si offre con la raccolta di memorie dei membri del nostro Istituto, che va a stamparsi; e un nuovo sprone s'aggiunge a sollecitarmi. Ripiglio dunque l'antico mio lavoro, e lo rifondo nella Dissertazione, che ora presento.

venzione de' palloni aereostatici da que' Fisici, che se ne sono valse al miglior uopo, cioè a fare cogli stromenti meteorologici delle osservazioni a varie altezze: 3.^o la disposizione de' vapori vescicolari (un ammasso de' quali, e non altro, è qualunque nube) a risolversi in vapor elastico; considerando, che tali vescichette d'acqua, o palloncini cavi fluttuanti nell'aria, disgiunti un dall'altro, anzi in certo modo repellentisi, son già, per così dire, incamminati allo stato di vapor elastico, ad assumer il quale loro non manca molto; disposti sono insomma ad una pronta e perfetta vaporizzazione assai più che l'acqua in massa, o i corpi semplicemente bagnati: 4.^o finalmente l'elettricità medesima, che favorisce in modo singolare qualunque evaporazione, come tante sperienze coll'elettricità artificiale de' nostri gabinetti ne fanno palese. Ordunque quanto più promuoverà la risoluzione de' vapori vescicolari in vapor elastico la sì potente elettricità atmosferica, quella straordinariamente forte, onde sono animati e si repellono quindi fra loro con vivacità cotali vescichette o palloncini cavi de' primi nuvoli temporaleschi? Quanto facilmente verranno lanciati dal seno di codeste nuvole, o piuttosto dalla loro superficie, tutt'intorno nell'aria, l'un dopo l'altro in copia essi palloncini o sferette cave, per scomparire quindi, fusi in certo modo in vapor elastico, massimamente verso l'alto, ove concorre a tale trasformazione l'azion del sole, e l'aria secca, come quì sopra vedemmo?

Tutte queste circostanze, che cospirano a promuovere prodigiosamente l'evaporazione della nuvola temporalesca, segnatamente della sua faccia superiore, non potranno forse bastare a produrre nella mezzana regione dell'aria, in cui è quella sospesa, e che è già notabilmente men calda dell'infima regione, un freddo valevole a congelare il residuo di essa nuvola svaporante, o una parte almeno della medesima, la superficie cioè più esposta a tale evaporazione? A me sembra che sì. A chi però giudicasse, ch'io le attribuisca troppo di poter refrigerante, e che? direi: non siam forse giunti a congelar l'acqua costaggiù, anche in estate, mercè l'evaporazione dell'etere sulfurico, perciò solo ch'ella è grande e rapida oltre modo? Ora un nuvolo nelle surriferite circostanze favorevolissime può bene andar soggetto ad un'evaporazione, che uguagli, e superi pur anco quella dell'etere: e ciò basterebbe all'intento.

Che se si desiderasse una prova palpabile, una speranza diretta comprovante che l'acqua si congeli effettivamente in conseguenza della sua propria evaporazione, ne potrei addurre più di un esempio; ma valga per molti quello, che ci offre una macchina idraulica ingegnossissima che trovasi impiegata nelle famose miniere di *Schemnitz*, e che porta il nome del suo inventore HELL, fratello del già celebre astronomo di Vienna. Questa macchina (tralasciando quì la descrizione, e l'uso della medesima) presenta un fenomeno il più sorprendente, che è la prova la più sensibile, e più bella all'istesso tempo del prodigioso raffreddamento, che può produrre l'acqua spruzzata nell'aria,

mercè la pronta, e copiosa sua evaporazione. Girata una certa chiave, o *robinet*, per cui schizza acqua ed aria a un tempo con grande impeto, e si sparpaglia quella a maraviglia; e presentato di contro a cotale pispino spruzzante un cappello, un fazzoletto, o simile, questo in breve riman coperto di una crosta di ghiaccio grossa più d'una linea. Eppure, chi 'l crederebbe? l'acqua rinchiusa coll'aria nel recipiente prima che ne esca non è molto fredda, anzi ha la temperatura comune, cioè di 8. in 10. gradi Reaum., giusta quanto riferì l'ex-Gesuita PODA, vecchio professore di meccanica a Schemnitz, al suo consocio HERBERT già professore di fisica a Vienna: intorno a che può vedersi la bella operetta di quest'ultimo, *Dissertatio de igne* stampata nel 1773, ove trovasi pur anche la descrizione della macchina colle figure. Quale, e quanta dunque debb'essere l'evaporazione di quel getto d'acqua tramescolato d'aria, quale e quanto il freddo ivi prodotto, se arriva a congelare tanto prontamente un cumulo di goccioline d'acqua dianzi temperata!

Applichiamo quest'esempio ad una nuvola, la qual soffra un'egual evaporazione, o poco minore, e non vi sarà più difficoltà a concepire, che possa del pari congelarsi qualche sua parte, quella cioè, che vi si trovi più dell'altre soggetta, ovvero contigua al torrente dirò così di vapori elastici, che l'aria secca, il sole, e l'elettricità ne fanno sgorgare. Anche questa nuvola è formata di goccioline d'acqua tramescolate all'aria; il che favorisce di molto la risoluzione delle medesime in vapore elastico, come nel zampillo qui sopra descritto: anzi non essendo quelle altrimenti gocce piene, ma sferette cave minutissime, formate di una pellicola d'acqua estremamente sottile, quali sono tutti i vapori delle nebbie, e delle nuvole, detti perciò *vapori vescicolari*, trovar si deggiono assai più disposte a subire una tal compita vaporizzazione. Per le quali circostanze tutte, anche senza il getto violento, e l'urto contro l'aria, che ha luogo per quell'acqua, che spiccia fuori sparpagliandosi dalla macchina sovrindicata, può l'ammasso di tali vescichette, o palloncini cavi, non già denso, ma più o men raro, sussistendo ciascun di essi isolato; cotal ammasso, che forma la nuvola di cui si tratta, può su quella faccia massimamente ch'è rivolta all'alto verso l'aria più secca, e guarda il sole; può, dico, e svaporare, e congelarsi a pari di quel getto meraviglioso. Se poi i vivi raggi solari assorbiti dall'atra nube medesima, oltre al riscaldarla forte, e più o men profondamente, le muovano d'attorno delle correnti di aria secca, le quali o blande la lambiscano, e la rimescolino soltanto in parte, o violente la solchino più addentro, la sferzino, e la straccino finanche, chi negherà che possa la congelazione, effetto dell'evaporazione ivi per tanti mezzi promossa e sollecitata, non che uguagliare, superare quella, che presenta la macchina di Schemnitz?

Insisto molto sulle circostanze dell'aria secca al di sopra della nuvola, che va a farsi grandinosa, e del sole che la investe; perchè credo, che grandemente favoriscano l'evaporazione della medesima; tanto la favoriscano, e la

promovano, che senza di esse non possa per avventura mai essere così pronta e copiosa da agghiacciare ne' tempi caldi un'intiera nuvola, e neppure la corteccia di essa.

E primieramente, se l'aria, che cova sopra la nuvola, non è secca, potrà ben questa svaporare, ed anche abbondantemente, ove il sole la percuota; ma non si sarà appena sollevato il vapor elastico, che riuscendo sovrabbondante in quell'aria già quasi satura, tornerà a condensarsi, ed a riprendere la forma di vapor vescicolare nebuloso. Tal cosa si rende talora visibile, quando cioè collocati opportunamente, miriamo alzarsi da qualche nuvola, là dove appunto viene dal sole sferzata, come delle colonne di fumo. In questo, e somiglianti casi, che sono certamente frequenti, ben s'intende come, tornando per tal condensazione a liberarsi il *calor latente* poco lungi, e quasi indosso alla nuvola svaporante medesima, ne venga in gran parte riparato il raffreddamento da essa sofferto, e non possa quindi aver luogo la congelazione, di cui si tratta. Il concorso poi del sole, e di un sol vivo, quanto possa, e debba influire, si è già spiegato abbastanza, ed è più facile a comprendersi. Non fia dunque maraviglia, che siano queste due circostanze necessarie, come or ora dicevamo, all'effetto di cui si tratta.

Del resto qual altra ragione addurre si potrebbe, per cui i temporali circa le ore del mezzo giorno e per un tempo secco soglion essere i più minacciosi, e funesti per grandine; laddove al contrario rarissimi gli esempj sono, in cui ne cada nelle ore della notte, e di notte soprattutto avanzata, per quanto spaventosi sieno in tal tempo i temporali, e l'elettricità fulminante? Qual mai potrebbesi addurre ragione di ciò, fuori di quella, che vado ad esporre? cioè: che l'evaporazione, la quale raffredda potentemente il nuvolo, fino a stringerne insieme agghiacciati i vapori vescicolari, e le goccioline d'acqua intersparse, per qualche pioggia che cominci a stillare finanche a farne discendere la temperatura molti gradi sotto il 0. Reaum., cotesta evaporazione è soprattutto promossa ed avvalorata circa il mezzodì pe' raggj del sole più vivi e penetranti, che investono la faccia superna di tal nuvolo, e per l'aria più che mai secca, che giusto allora vi sta sopra: laddove in mancanza del sole, e sopraggiugnendo l'umidità della sera, umidità, che dee regnare allora anche in alto, l'evaporazione de' nuvoli, ossia quel processo, che ne risolve e converte gran parte in vapor elastico, viene molto rallentato, seppur anche non cessa affatto; e quindi anche cessa in un colla congelazione de' vapori vescicolari la formazione della grandine.

Ecco come io spiego uno de' più gran paradossi di meteorologia, la comparsa cioè della grandine ne' giorni dell'anno più caldi, la congelazione de' vapori nella regione dell'aria molto inferiore alla region nivale, la formazione di più o men grossi pezzi di ghiaccio colassù, ove pur regna naturalmente una temperatura pochissimo fredda; e quel ch'è più, nelle ore del giorno più infocate, in cui anche quella regione deve esser calda anzichenò. Inerendo

agl'esposti principj l'osservazione, fatta già da altri Fisici, che la presenza del Sole, e l'azione viva de' suoi raggi concorre, quasi indispensabilmente alla formazione della gragnuola, rientra nella teoria, ed anzichè un'obbjezione, ne somministra una novella prova.

Un'altra gravissima difficoltà, che ci presenta la grandine, sta nella grossezza, e costituzione de' suoi grani, formati quasi sempre di più strati, o lamine distinte di ghiaccio sodo trasparente intorno ad un nocciolo bianchiccio. Noi ne veggiamo per disgrazia tutti gl'anni nella nostra Lombardia della grossezza di una noce, e talvolta anche di maggior mole. Ora non è facile il concepire in qual maniera de' pezzi solidi di ghiaccio cotanto pesanti possano essere sostenuti in aria, come pare che lo siano tutto il tempo che veggonosi quelle tali nuvole cinerizie, che stimiamo giustamente zeppe di grandine, avvolgersi, e passeggiar lente, o rimanere immobilmente sospese sotto il gran telone, od ammasso di nuvoloni scuri, che formano il pieno del temporale, e coprono un più gran tratto di cielo. D'altra parte volendo supporre, che s'ingrossino a tal segno detti grani da principio minutissimi, e vadano rivestendosi di nuove e nuove croste di ghiaccio durante la loro caduta (come la più parte de' Fisici hanno avanzato senza prove, e per non saper che dire di meglio), da quale prodigiosa altezza non dovrebbero essi cadere per aver tempo di far ciò? Giusta le migliori osservazioni la più grande altezza, a cui si truovino mai de' nuvoli non va a 6. migli italiani. Ora un grano di grandine, supponiamolo cresciuto già alla grossezza di un cece quando comincia a cadere (senza prenderci briga di spiegare come abbia potuto restar sospeso fino a questo punto), un tal grano abbastanza pesante ha ben tosto percorso col moto accelerato di gravità questo spazio di 6. migli, nel che impiegare appena potrebbe, con tutta la resistenza dell'aria, un minuto primo ⁽²⁾. E come mai dunque in sì breve tempo crescer potrebbe egli a forza d'incrostazioni successive alla grossezza di una noce, e fino di un ovo di gallina, essendosi pur veduti talvolta de' grani di tal grossezza ed anche maggiori? Che poi? se le nubi temporalesche non siano neppure delle più alte, come infatti si osserva, che non lo sono ⁽³⁾? E se più basse anche dell'ordinario sian quelle dinotate appunto per nuvole gravide di gragnuola, come abbiám fatto fin dappprincipio rimarcare?

Eccoci pertanto costretti a supporre, che la grandine durante la sua formazione, ed anche bella e formata si sostenga pensile nell'aria non uno od

⁽²⁾ Lo spazio, che percorrerebbe un grave liberamente cadendo, senza cioè la resistenza dell'aria, in un minuto primo è di oltre 54000 piedi. Diamo, che la resistenza dell'aria ritardi la caduta del grano di grandine già discretamente grosso e pesante, come l'abbiam supposto, la ritardi tanto da fargli percorrere due terzi solamente di questo spazio nel detto tempo, saranno ancora 36000 piedi, cioè 7. migli; 5 migli buoni, se gli faccia percorrere la metà spazio, ecc.

⁽³⁾ Vegg. la mia lettera 9^a., o l'estratto nella lunga nota ⁽¹⁾.

alcuni minuti, ma delle ore per avventura; tanto tempo cioè, quanto ve ne vuole perchè giungano i suoi grani a forza di nuove incrostazioni a quell'ingrossamento, che veduto abbiamo, che acquistano. Ma quale sarà mai la forza, che si li sostenti, e li ritenga dal cadere a terra, massime quando cresciuti già a notabile grossezza son divenuti molto pesanti? Non possiamo immaginare altra forza o potenza, fuorchè l'elettricità: resta a vedere se questa possa essere da tanto.

Concepiscansi i nuvoli temporaleschi dotati, come lo sono effettivamente, e ne dan segni più o meno strepitosi, di una poderosissima elettricità; eglino dovranno in virtù di questa ripellere fortemente le parti loro esterne: da ciò viene, che siffatti nuvoloni ci presentano sovente i loro bordi come stracciati, o a frangie, e gonfia la superficie in più luoghi, e per molte gobbe e prominenze irregolare; per nulla dire de' brani, che si prolungano in fuori, si staccano, e vengono visibilmente rigettati dal corpo della nuvola medesima. Altre volte compajono anzi raccolti, e condensati cotai nuvoloni nella parte inferiore, verosimilmente perchè cotesta superficie molto meno elettrizzata, o elettrizzata in senso contrario della faccia superiore, viene da essa attratta: come succede appunto in certe nostre sperienze (fatte per imitare alcuni fenomeni dell'elettricità atmosferica) che la parte inferiore di un volume di cotone elettrizzato, ove venga spogliata in qualche modo, es. gr. con una punta, dell'elettricità che avea comune col resto, o meglio si faccia passare all'elettricità contraria, tosto da rara e sfioccata che era si raggruppa, e si serra addosso alle parti interne, ed alle superiori, in cui vige più forte l'elettricità primiera. È questa, a mio credere, una delle principali cagioni, per cui siffatti nuvoli si fanno più densi, e scuri degl'altri. Comunque sia ve ne hanno al certo ne' forti temporali, che dispiegano una prepotente elettricità sulla faccia superiore.

Passiamo ora a considerare uno di cotai nuvoloni gagliardamente elettrici, il quale sorpreso da una quasi subitanea congelazione alla sua faccia superiore, in virtù di una stragrande evaporazione, cui va pel concorso di alcune circostanze soggetto, come abbiamo spiegato, trovisi su detta faccia cosperso, e come seminato d'innunmerevoli molecole o stellette di ghiaccio: egli è facile il figurarsi, che codeste molecole, questi embrioni, o primi granel- lini di grandine, spinti, e rigettati in alto dalla forte ripulsione elettrica del nuvolone medesimo, saran tenuti sospesi ad una certa distanza, non altrimenti che una piuma, un fiocchetto di cotone, od altro corpicello leggiero son tenuti sospesi in aria da un tubo di vetro stropicciato ben bene, o da un altro corpo fortemente elettrizzato che lor si presenti per di sotto. Impiegando un largo piatto, o meglio un telone teso orizzontalmente, ed isolato, sparso sopra di varj corpicelli, si può, infondendovi, e mantenendovi una vigorosa elettricità, avere il vago spettacolo di veder levarsi in aria, e sostenervisi lunga pezza tai corpicelli, anche non leggerissimi: cioè non solo delle piume,

de' fiocchetti di seta, o di cotone, delle fogliette d'oro battuto; ma delle pallottole di carta, di sovero, ed altre ancora più pesantelle. La quale sperienza fatta così più in grande rappresenta meglio, e in più bella maniera i grani di grandine sospesi, com'io immagino, al di sopra del telone nuvoloso, certamente non meno elettrico del nostro quì descritto.

Facendo attenzione a tale sperienza osserveremo, che que' fiocchetti, quelle pallottole, ecc. non si tengono già là immobili, e costantemente al medesimo intervallo sopra il telone, o piatto elettrizzato; bensì in una specie di oscillazione sempre fluttuanti: si alzano, si abbassano alternativamente, quali più, quali meno; altri cadono addosso al piatto medesimo, e risalgono un istante dopo, altri vi rimangon giacenti: in fine ridotta l'elettricità ad un certo grado di debolezza, il bel giuoco, la danza galleggiante finisce; ed eccoli tutti que' corpicelli cadere, per non più rialzarsi. Lo stesso adunque succeder dee ai grani di grandine dapprima minuti, indi via via più grossi: oscillan essi al disopra della nuvola fortemente elettrica com'essi; molti spogliati di elettricità cedendo al loro peso ricadono, e, non che toccare la superficie penetrabile, e affatto soffice di essa nuvola, vi s'immergono, come accader dee, più o meno; ma ben tosto contrattane di nuovo l'elettricità, ne vengono ricacciati all'insù; solamente quelli, a cui avviene di sommergersi tanto da oltrepassare il centro della nuvola medesima, vincendone coll'impeto della loro caduta la forza di repulsione, non si rialzano più, e vengono a terra: son questi que' grani rari, e solitarj, dirò così, che scappano quà e là, e precedono la folta grandine, che va fra non molto a cadere. Giacchè finalmente il giuoco di tutti quegli' altri grani, che stan volteggiando al disopra della nube, non è eterno; esso non può durare, che un certo tempo; fin tanto cioè, che da una parte la mole di ciascun grano accresciuta per sempre nuove incrostazioni, e dall'altra la repulsione, che contro loro esercita il nuvolone, diminuita, a cagione dell'elettricità, che mano mano s'indebolisce (dissipandosi questa, o per via di frequenti scariche, o per una lenta comunicazione all'ambiente), vengono essi grani strascinati dal loro peso vincente a rovesciarsi precipitosamente, e in folla sopra la terra.

Ecco come io penso, che si possa spiegare la sospensione della grandine in aria per lungo tempo, sospensione necessaria alla sua compita formazione, e all'ingrossamento sì notabile de' suoi grani, non supponendo ancora che un solo strato nuvoloso fortemente elettrico.

Or se ci piaccia di ricorrere ad una supposizione più che verisimile, qual'è quella di due, o più strati, un sopra l'altro, elettrizzati contrariamente, la spiegazione diverrà molto più facile, e compita. Potremo allora rappresentarci questi grani non solamente sospesi, e fluttuanti; ma in una viva agitazione, saltellanti, e come ballottati, spinti cioè e rispinti dallo strato di nuvole elettrico *in più* all'altro elettrico *in meno*: nella stessa guisa, che de' cor-

picelli leggieri d'ogni specie, e fin delle pallottole di sovero non leggerissime danzano e saltellano tra due piatti nelle sperienze elettriche de' nostri gabinetti, qual è quella che in Francese chiamasi *danse des pantins*.

Per avere sotto gl'occhi un'immagine più rappresentativa, si può far ballare un gran numero di pallottole di midollo di sambuco, di sovero, o di carta tra due lenzuoli, o tappeti tesi orizzontalmente un sopra l'altro alla distanza di alcuni piedi, ed elettrizzati uno *positivamente*, ossia *per eccesso*, l'altro *negativamente*, ossia *per difetto*, ad un alto segno. Coloro, che avran contemplato cotesto giuoco curioso, quand'anche non siano Fisici, non avranno difficoltà a concepire, che succeda la medesima cosa, molto più in grande, collassù tra due strati di nubi, tostochè si sarà loro fatto intendere, che quelle nubi temporalesche posseggono un'elettricità incomparabilmente più forte di quella, che possiamo mai eccitare colle nostre macchine. I Fisici poi informati pienamente di cotesta elettricità naturale, e della sua forza, e che ne sanno per prova, e per analogia apprezzare gli effetti, non dubiteranno punto della possibilità del fenomeno, e ardisco sperare, che vi troveranno almeno qualche verosimiglianza, sol che ammetter vogliano in que' temporali, che vanno a scaricare grossa grandine, i due strati di nubi separati da un giusto intervallo, ed elettrizzati uno contrariamente all'altro, com'io suppongo.

E come non ammetterli in tali casi, e in altri pure? L'esistenza di più di uno strato di nuvoli in molti temporali non può rivocarsi in dubbio, come neppure l'elettricità contraria degl'uni rispetto agl'altri. Non vi è forse persona un poco osservatrice che non abbia rimarcato più d'una volta, soprattutto nei temporali tempestosi, de' nuvolotti men lontani da terra, che ora rimangono immobili, ora scorrono, e s'agitano sotto ad altri nuvoli estesi più elevati; siccome non vi ha alcun Fisico, il quale essendosi applicato alle sperienze dell'elettricità naturale, non abbia osservato nel conduttore atmosferico impiegato a tali sperienze de' passaggi frequenti, e talvolta repentini dall'elettricità *positiva* alla *negativa*, e viceversa, nel forte de' temporali. Mi è accaduto, esplorando l'elettricità nel maggior bollore di questi coll'elettrometro atmosferico portatile di CAVALLO (il noto elettrometro a boccetta da me perfezionato ⁽⁴⁾) avente la picciola asta o verghetta metallica avvitata sul suo cappelletto alla maniera di SAUSSURE, e il candelino acceso in cima alla mia maniera, che truovo molto vantaggiosa ⁽⁵⁾, mi è accaduto di veder avvicinarsi le due contrarie elettricità, con passaggio quando repentino, e quando gradato ma rapido, otto, dieci, e fin quattordici volte in un minuto d'ora.

Non può dunque dubitarsi, ripeto, che esistano in siffatti temporali

⁽⁴⁾ Vegg. le mie prime Lettere sulla Meteorologia elettrica.

⁽⁵⁾ Ivi.

de' nuvoli dotati di contrarie elettricità, se fin ne abbiamo segni non equivoci all'elettrometro; oltre gl'indizj, che ne danno i lampi e le saette, che veggiam trascorrere per entro a que' campi di nuvoli, quali congregati, quali segregati, e che altro sicuramente non sono, che scariche elettriche, onde si bersagliano l'un l'altro. Potrebbe tutt'al più moversi qualche dubbio intorno alla disposizione, e collocamento troppo regolare, che sembra ch'io dia a coteste nubi, separandole giustamente in due strati paralleli fra loro, e coll'orizzonte, ed assegnando tal intervallo tra l'uno e l'altro strato, che non sia nè troppo grande, nè troppo picciolo, per dar luogo appunto all'immaginata danza de' grani di grandine. È d'uopo certamente, che codesto intervallo sia grande anzichenò, altrimenti si scaricherebbe tosto l'uno strato della sua elettricità sopra dell'altro; od andrebbero per la mutua attrazione ad unirsi e confondersi insieme, non lasciando luogo nè tempo a detta danza. Ma è d'uopo ancora, che non sia la distanza tanto grande da togliere all'azion mutua di farsi sentire dall'un termine all'altro in guisa di produrre l'effetto, di cui si tratta. Or come supporre, che le cose si trovino aggiustate così di tutto punto?

Ai quali dubbj e difficoltà risponderò, ch'io non pretendo nè i due strati precisamente, detto già avendo, che se ne possono formare dippiù, nè tale e tanta regolarità di posizione, e di distanza, che altronde non è necessaria all'uopo; bastando che la descritta disposizione abbia luogo all'incirca, e nulla ostando qualche particolare varietà. Ma sia pure quella qualunque disposizione, che si ricerca, difficile ad incontrarsi, e rara, difficilissimo anzi il concorso di tutte le circostanze favorevoli, secondo me, alla formazione della grandine, e ad un insigne ingrossamento de' suoi grani; che perciò? Rari anche sono i casi, in cui cade copiosa grandine, e grossa, nè è dessa già un appannaggio di tutti i temporali, ma di alcuni solamente, e per nostra fortuna di pochi in mezzo al gran numero, che ne abbiamo noi qui ogn'anno, appunto perchè o l'una o l'altra, o molte di tali circostanze mancano per loppj, e solo per disgrazia e fatalità si combinano alcuna volta tutte a segno di portarci una di quelle grosse gragnuole, di cui parliamo.

Del resto non so vedere perchè la disposizione delle nubi in due strati a un di presso orizzontali, separati da un intervallo assai grande, senza essere immenso, ed elettrizzati l'uno *per eccesso*, l'altro *per difetto* ad un grado abbastanza forte, debba giudicarsi oltremodo difficile, e poco meno che impossibile; nè mi pare, che una tal supposizione debba aversi per arbitraria, qualor si rifletta a quello, che ho già fatto rimarcare, e che è uno dei punti, sui quali mi appoggio dippiù, cioè: che il sole, il quale sferza le nubi di prima formazione, onde risulta lo strato inferiore, promove e accelera di molto l'evaporazione della faccia superna di tal primo strato, risolve una gran parte di quei vapori vescicolari in vapor elastico: concorrendo a ciò e l'aria secca, che regna di sopra, e la costituzione propria di tali vapori vescicolari, e la loro mutua

repulsione avvalorata dall'elettricità, conforme si è spiegato al principio di questa Memoria ⁽⁶⁾. Imperocchè comprendesi allora agevolmente, che costesti nuovi vapori elastici sollevandosi, incontrar denno tosto o tardi un'aria abbastanza fredda per condensarli un'altra volta in vapori vescicolari, e formarne a conveniente distanza un secondo strato nuvoloso somigliante al primo: con questa differenza però, che fa al nostro caso, cioè, che il testè formato in alto dispiegherà una forte *elettricità positiva* (qual è quella, che sorge a dirittura da ogni condensamento di vapori in nebbia o nuvoli), mentre il vecchio strato inferiore, scaricato già in parte mercè di varie comunicazioni mediate o immediate colla terra, ed esausto innoltre per l'anzidetta copiosa evaporazione, trovasi non che privato della primiera sua elettricità parimenti positiva, ma ridotto alla *negativa* forte anch'essa ⁽⁷⁾. Ecco dunque i due gran piatti, tra i quali danzano, e saltellano i grani di grandine formati dianzi, siccome io penso, in seno alla nuvola inferiore, segnatamente sulla faccia che guarda la nuvola superiore, formati, dico, in forza del prodigioso raffreddamento cagionatole dall'evaporazione, come si è spiegato abbastanza.

⁽⁶⁾ E più diffusamente era stato sviluppato nelle mie lettere 8.^a e 9.^a.

⁽⁷⁾ Vegg. la nota (1), e la mia Lettera 8.^a, in cui ho trattato ampiamente questo soggetto.

P A R T E 2^a

Ho parlato fin qui della grandine, come se i suoi grani fossero fin dal principio belli e formati, e senza cambiare di figura, e di costituzione non facessero che ingrossare in seguito per via di successive incrostazioni durante tutto il tempo, che volteggiano nell'aria cacciati e ricacciati dall'uno all'altro strato di nubi. Solamente ho fatto qualche cenno quà e là del fiocchetto di neve, da cui sembra avere il suo principio ognuno di tali grani. Or conviene considerar meglio un tal punto importante, e trattenerci più di proposito su di esso. Abbiamo dunque per un fatto, presso a poco generale, che de' fiocchetti di neve han servito di base alla grandine, scorgendosene comunemente uno non picciolissimo, anzi talora di una mole discreta, nel centro di ciascun grano. Differiscono pertanto intieramente gli embrioni della grandine, dai grani adulti, o vogliam dire compiti della medesima, non essendo quelli sulle prime, che fiocchi di neve, e questi formati dianzi da picciole stellette, risultanti da filetti, o sottili aghi di ghiaccio, quali si producono dalla congelazione immediata de' vapori nebulosi, ossia vescicolari, sorpresi da un freddo intensissimo avanti che si risolvano in gocce; come è ormai riconosciuto dai migliori Fisici; e come lo dimostra all'occhio la formazione di quella specie di brina, che i Francesi chiamano *gelée blanche*, o *givre*, e noi nebbia gelata; e meglio ancora lo diede a vedere la curiosa esperienza, fatta per azzardo dagli Accademici Francesi in Lapponia, e che è stata ripetuta da altri in Siberia. Avendo essi introdotta dell'aria eccessivamente fredda in una camera calda e molto vaporosa in cui si trovavano, la si vide in pochi istanti ripiena di cotali stellette, o piccioli fiocchi di neve, che cadevano sui loro abiti, e sul suolo.

Questo spettacolo era assai bello; ma sarebbe stato molto più dilettevole, e grazioso, se si fossero trovati in quella camera sospesi due gran piatti elettrizzati l'uno *in più*, l'altro *in meno*, il vedere que' fiocchetti ballare e sal-

tellare, fare la così detta *danse des pantins*, e rappresentare al naturale ciò che avviene, com'io suppongo, in seno ai temporali, ove si forma la grandine. Io son persuaso, e punto non ne dubito, che se si fosse sostenuta lungo tempo in un coll'elettricità cotal danza, e si fossero forniti vapori abbastanza per mantenere una grande umidità nella camera, potuto avrebbero que' fiocchetti coprirsi di qualche lamina di ghiaccio, e prendere la forma e consistenza di una grandine almeno sbozzata, di quella, che chiamasi in francese *gresil*. Meriterebbe certamente di essere ripetuta una tale sperienza sotto questo punto di vista; ma non so se alcuno vorrebbe portarsi espressamente per tal oggetto

.....Oltr'Elba, e Spree
 Fin sotto l'Orsa algente
 Tra barbarica gente.

 Presso l'Artico speco
 Fra le Bistonie nevi,
 Dov'è perpetua sera.

I fiocchi di neve, che si formano alla medesima maniera nella regione delle nubi, voglio dire per un freddo eccessivo, che assale i vapori vescicolari, di cui sono esse nubi composte, debbono risultare tanto più grandi, e folti, quanto detti vapori vi si trovano più affollati, e la nube, o nebbia, che in fondo è la stessa cosa, più densa e serrata; al contrario più rari e sottili, in ragione che tai vapori vi nuotano più alla larga. Gli è perciò, che nelle regioni molto avanzate del Nord vedesi d'inverno, in tempo di fortissimo gelo, l'aria serena seminata di rari punti luccicanti, che sono, per così dire, atomi di ghiaccio, vapori sparsi congelati.

Un'osservazione importantissima per la meteorologia in generale, e pel nostro oggetto in particolare, ella è, che i vapori vescicolari sopportano, senza congelarsi, un freddo di gran lunga superiore a quello, che stringe in ghiaccio l'acqua in massa, come han fatto osservare il Sig. DE SAUSSURE ne' suoi *Saggi d'Igrometria*, e il Sig. DELUC in tutte le sue opere meteorologiche, ed io pure in più luoghi delle mie lettere già citate [1], particolarmente nella 9.^a, e come è facile ad ognuno di convincersene. Si vedono sovente delle nebbie tener forte delle ore, e dei giorni intieri contro un freddo, che fa discendere il termometro molti gradi sotto il punto della congelazione (*):

(*) Ho veduto a Lione nel Gennajo del 1802. durar la nebbia folta più giorni regnando un freddo di 12. e più gradi sotto il zero Reaumuriano.

[1] Questo richiamo alle sue lettere sulla Meteorologia Elettrica manca in I 36. L'argomento qui in oggetto trovasi richiamato brevemente sotto forma di citazione in H 10.

[Nota della Comm.].

gli è allora, che i rami degl' alberi e delle siepi, le erbe, i pagliai, le tettoje, e fino i capegli, e i lunghi peli degl' animali incanutiscono, coprendosi di quella specie di brina, o neve gelata, che abbiám poco sopra accennata: e ciò perchè le vescichette d'acqua, ond'è formata la nebbia, e che libere e nuotanti nell'aria reggono ad un freddo così rigoroso, al contatto poi di un corpo solido parimenti freddo, contro il quale si rompono urtando, e si risolvono in goccioline, o fili d'acqua, cedono alla forza congelante, e formano le prime laminette, o sottili aghi di ghiaccio; a cui, come a punto d' appoggio, se ne attaccano mano mano degli altri, prendendo certe configurazioni proprie della cristallizzazione dell'acqua in questo stato. In tal maniera formansi talvolta de' lunghi fiocchi pendenti a guisa di trine o frangie, de' festoni lavorati come a filagrana, bellissimi a vedersi.

Quanto alle altre vescichette, che restan lungi dal contatto de' corpi terrestri, e costituiscono le nebbie alte, ossia le nubi, esse non gelano, come dicemmo or ora, non formano stellette, o fiocchi di neve, se non quando un freddo, che sorpassa di molti gradi il termine della congelazione dell'acqua vince tal loro inerzia, e le assoggetta finalmente a questa trasformazione; o quando l'urto de' venti spingendo le une contro le altre avvien che le rompa. Talvolta ancora delle picciole goccioline d'una pioggia straniera, portatavi sibbene da un vento, o versatavi da una nube superiore per avventura men fredda, oppure alcuni fiocchi di neve parimenti estranei, che sopraggiungano, servendo di punto d'appoggio, traggon seco la congelazione delle vescichette freddissime che incontrano, le quali senza di ciò rimarrebbero nello stato, in cui sono.

Ecco come si genera d'inverno la nève, per la temperatura freddissima (intendo molto al disotto del zero Reaum.), che regna in questa stagione ne' nostri climi all'altezza ordinaria delle nubi (ne' climi più meridionali, ed anche tra noi d'estate non si genera, che ad altezze corrispondentemente maggiori; tranne il caso di temporali, in cui abbia luogo quel freddo accidentale straordinario, di cui abbiám a lungo ragionato): neve, che cade subito, o quasi subito dopo la sua formazione, le nubi non essendo temporalesche, cioè a dire non essendo animate da un'elettricità abbastanza vigorosa per sostener in aria i fiocchi, e farli saltellare lungo tempo, o non esistendo i due strati nuvolosi contrariamente elettrizzati, o a giusta distanza un dall'altro per favorire una tal danza (*).

(*) Parlo qui, come ben s' intende, di quelle nubi, che per sola forza di freddo vengono costrette a formar i primi stami, indi le stellette, e fiocchi di neve, disposte altronde tali nubi a sostenersi, e a non cambiare stato: il che non è di tutte, nè sempre; giacchè ve ne hanno, che, o per il sopraggiungere di nuovi vapori, onde riescano troppo zeppe, o per altra causa che le condensino in alcuna parte di soverchio, o le agiti e commova internamente, o che porti comunque le vescichette, di cui constano, ad una troppo grande vicinanza tra loro, e alcune fino al mutuo

Non è così d'estate per que' temporali, in cui l'elettricità si manifesta d'una forza prodigiosa; in cui l'evaporazione delle nubi inferiori promossa dall'azione del Sole, in concorso delle altre circostanze da noi indicate, ha prodotto un freddo straordinario, e di gran lunga superiore alla temperatura dell'aria, che occupano queste nubi, superiore pur anche di molti gradi alla semplice congelazione dell'acqua, insomma bastante a soggiogare i vapori vescicolari, e stringerli in fiocchi di neve gelatissima; in cui in fine cotesti fiocchi rispinti vigorosamente dalla nube elettrica, a cui appartengono, sono attratti con altrettanta vivacità dalla nube superiore dotata, come vi è tutto il fondamento di credere, di un'elettricità contraria, indi rimandati alla prima, che li ricaccia; e così per un tempo più o men lungo, anzi talora lunghissimo.

Egli è per effetto di questa danza, e ballottamento, di questo lanciarsi su e giù, come ognuno può figurarselo, che i fiocchi di neve, primi rudimenti e base della grandine, come già dicemmo, prendono la forma vera di questa, vestendosi d'una ed altra lamina, o crosta di ghiaccio, e figurandosi in grani più o meno solidi, più o meno rotondi, in parte opachi, in parte trasparenti. Rompon essi dapprima le vescichette di qualche nebbia, o picciol nuvolò sparso, che incontrino sul loro passaggio; poi molte di quelle dei due strati nuvolosi medesimi di contraria elettricità forniti, che percuotono con impeto, ed entro cui penetrano fino a certa profondità avanti esserne ricacciati; e così coll'acqua di tali vescichette rotte e disfatte, che si tirano indosso, e che congelano, van crescendo di mole. S'aggiunge poi quella diffusa in istato non più di vapori nebulosi, o vescicolari, ma di vapor elastico trasparente, in tutto il gran campo di aria ch'è trammezzo ai detti due ampj tavolati di nuvole elettrizzati contrariamente, come supponiamo, la qual aria così rinchiusa debb'essere non poco umida, e divenire, se non lo fosse, umidissima satura cioè, o quasi di tal vapore elastico col tempo: con quest'altr' acqua adunque, che si depone sopra i già formati granellini, per essere i medesimi molto più freddi di detta aria umida che attraversano, si coprono viemmeglio di una pellicola, poi di altre ed altre, le quali vengono mano mano indurate

contatto, onde vengano queste a rompersi, o a perdere in qualsisia modo la loro forma; v'hanno, dissi, delle nuvole, e son forse le più frequenti, che non reggono ad un freddo appena più forte del zero Reaumuriano, bastando questo a convertirle in neve, che in tali circostanze di temperatura non freddissima cade sovente più copiosa, che mai.

Si comprende da sè, che le stesse cagioni portando a cozzar insieme e rompersi le vescichette delle nuvole, la temperatura delle quali sia, e si conservi non già più fredda del detto zero, ma o tale appena, o un poco più calda, formerannosi, in vece di stellette e fiocchi di neve, delle gocce, che distilleranno in pioggia; e che in pioggia pure si risolveranno spesso i fiocchi di neve già formati, e fino i grani di grandine (come pur succede, se questi non siano troppo grossi, e succede forse più frequentemente che non crediamo) ove in cadendo valicar debbano lunghi tratti di aria abbastanza calda per fonderli.

in ghiaccio sodo e trasparente mercè di detto freddo eccessivo, che trovavasi originariamente nei fiocchi di neve nuda più che gelati, come ho spiegato sopra, e che ritengono anche già vestiti fino ad un certo segno.

Abbiamo un esempio del coprirsi, per l'umido grande dell'aria, di una lamina o crosta di ghiaccio sodo, anzichè di brina, o di *givre*, alcuni corpi, come le colonne, le muraglie, i pavimenti, i vetri delle finestre, quando appunto avendo essi concepito, e ritenendo un freddo di alcuni gradi più forte del zero R. trovinsi esposti ad un'aria sciroccale, cioè assai più calda, e molto umida senza però essere nebbiosa. Questo, che noi diciamo *gelicidio*, e i Francesi *Verglas*, è ben diverso dalla nebbia gelata (*givre*), la quale si forma, come vedemmo, dalla congelazione in figure vagamente cristallizzate dei vapori vescicolari freddissimi sopra corpi per lo più men freddi di essi; dove al contrario il *gelicidio* nasce a dirittura dal disfaccimento del vapor elastico diffuso nell'aria serena, il qual si depone precipitandosi, e forma uno strato, o lamina unita sulla superficie de' corpi assai più freddi di esso, e dell'aria, ed ivi vien tosto per tal freddo rappreso ed indurato in ghiaccio. Ora nei grani di grandine, che mostransi più trasparenti che opachi, in cui sono più le croste durissime di ghiaccio sodo, che le parti bianchiccie, molli, o spugnose, appare, che questa del *gelicidio* ha prevalso all'altra foggia di congelazione.

Cotai grani di grandine trasparenti, e cristallini tutti fino ad un picciol nucleo centrale, opaco, e bianco, che scopresi, spaccandoli, essere vera neve, sono i più frequenti, e soglion essere tutti di questa sorte ne' fortissimi temporali, e quando cadono di un'insigne grossezza. Altre volte i grani, ancorchè di una mole considerabile, come nocciuole per esempio, si mostrano semi-trasparenti, od anche opachi, e bianchicci in quasi tutta la sostanza, e appena in qualche parte cristallini, aventi però sempre il nucleo nevoso più o meno distinto. Questi grani è da credere, che siansi ingrossati massimamente colla congelazione successiva di vapori vescicolari a foggia della nebbia gelata, di cui sopra. Ho vedute ancora delle grandini, in cui nella maggior parte de' grani si alternavano, cominciando dal nucleo nevoso, gli strati trasparenti solidi cogli opachi men duri, e bianchi [1]: il qual accidente s'intende benis-

[1] Si pubblicano qui, in nota, osservazioni contenute in *Cart. Volt. H 47*, le quali si riferiscono alla struttura dei chicchi della grandine caduta presso Como il 22 luglio 1800.

[Nota della Comm.].

Cart. Volt. H 47.

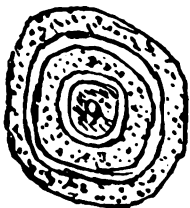
22 — Term. a or. 8. gr. 18: a or. 3. gr. 20: a or. 12. gr. 15 $\frac{1}{4}$. La mattina velato, indi si rasserena quasi intieramente: dopo le 2. si copre, e verso le 3. comincia a sentirsi un tuono mugolante quasi continuato: dopo le 3. si scarica una grandine impetuosa, e grossa (alcuni grani hanno un buon pollice di diametro) per un quarto d'ora; per un'altro quarto pioggia, indi si rasserena. Verso sera e dopo vento freddiss.

N. B. I grani di grandine spaccati non presentano ben chiaro il solito nucleo nevoso ma

simo dalle cose dette innanzi, come abbia potuto aver luogo. Finalmente compajono ancora, rarissime volte però, delle gragnuole di grani anzi piccioli che grossi, i quali non hanno neppure il nucleo nevoso, e che si presentano quai globetti intieramente solidi. Di queste avrò occasione di parlare ancora in seguito. Non sono poi mai i grani di grandine, che si dicono sferici, di una sfericità perfetta; dalla quale se non si allontanano molto nella maggior parte dei casi, comparendo soltanto o un poco ovali, o sferoidali alquanto compressi; altre volte ne si mostrano ora schiacciati sopra una faccia, e quasi emisferici, or aventi più faccie, or a forma di lenti, ecc. Per nulla dire di altre irregolarità più mostruose in certo modo, come quando si fan vedere angolosi, cornuti, od irti di più punte: i quali casi rarissimi concepir possiamo che nascano da fortuiti accozzamenti, dall'agglomerarsi, ed innestarsi più grani in uno, ecc., siccome di quelle altre irregolarità meno strane, di quelle compressioni, possono essere stati causa o il troppo impeto con cui furon ballottati, e lanciati, o dei colpi di vento, o qualche parzial fusione da essi sofferta, sia colassù, trallo danzare tumultuoso, sia vicino a terra nel cadere frammescolati a pioggia, od altro qualsiasi accidente.

Tutte queste varietà di forma, e di costituzione ne' grani di grandine si conciliano benissimo colla supposizione del saltellare, e danzare lunga pezza che fanno cotesti grani, quali essi sieno, mandati e rimandati dall'uno all'altro strato di nubi per largo intervallo di aria molto umida, sparsa fors'anche quà e là di altri nuvolotti rari, o piccioli volumi di nebbia, come già si è detto, e come ci possiamo facilmente figurare: si conciliano, ripeto, benissimo con tal supposizione; anzi non veggo, come in altra maniera potrebbe spiegarsi l'ingrossamento, sovente così grande, di detti grani. Non facendo pertanto più alcun conto di siffatte varietà, che nulla cangiano al fondo della cosa, e che al proposito della supposta danza la richiedono tutte ugualmente, ripigliamo il nostro assunto, richiamando l'osservazione importantissima, che ciascun grano di grandine presenta comunemente, anzi sempre, eccettuato soltanto qualche caso rarissimo, che abbiain qui sopra indicato, una picciola

mostransi fatti di un nocciolo solido rivestito da una grossa crosta, e molti da un'altra esteriore, presentando due cerchi concentrici. Esaminati meglio i più compiti ecco quali erano. Un punto o cerchietto in mezzo trasparente compreso da una larga fascia opaca e bianca, cui succede una più stretta di solida crosta trasparente, indi un'altra larga fascia bianca, poi un'altra stretta trasparente, coperta finalmente dall'ultima crosta bianca, più o men grossa: eccone lo spaccato. A molti grani manca l'occhiello centrale trasparente; a molti i due ultimi strati esteriori. Gli strati poi trasparenti, sperandoli bene, si veggono attraversati da molti aghi o filetti, sicchè non sono neppur essi di ghiaccio affatto solido ed unito comunque diafani molto.



massa bianca e spugnosa talora sibbene grandicella che ne occupa il centro, e che è vera neve. Questa osservazione della macchia bianca, o fiocchetto centrale, ben distinto, è stata fatta già da lungo tempo, ed è notissima a chiunque ancora non è Fisico; siccome ignorar non può, chi lo è, l'origine, e la qualità di neve, che puranco ritiene laddentro a quella massa di ghiaccio solido, che la involge e stringe.

Si conviene dunque generalmente, che de' fiocchetti di neve siano il primo elemento della grandine, la base di ciascun grano, di cui formino il nucleo. Ora io amo di rappresentarmeli cotali fiocchi di una neve straordinariamente fredda, cioè molto oltre il termine della semplice congelazione dell'acqua, come ho insinuato, ch'esser denno in certi casi; amo di rappresentarmeli che danzano e saltellano tra due gran tavolati di nuvole elettriche contrariamente; che rompono con tal movimento impetuoso e tumultuante molti vapori vescicolari, che incontrano tra via, e molti ancora di quelli delle istesse nubi da cui vanno e vengono cacciati e ricacciati con forza, e in cui perciò si affondano ogni volta più o meno; che al dippiù si tirano indosso anche il vapore non vescicolare o nebuloso, ma trasparente, sparso nell'aria molto umida, che attraversano; e che per tutte queste guise acquistano nuove e nuove incrostazioni di ghiaccio, come spero di avere abbastanza spiegato. Se cotesto giuoco non dura, che un breve spazio di tempo, ecco che ne vien a cadere una grandine, dirò così, appena sbazzata; formata di granellini minuti (somiglianti a certi piccioli confetti di semi di curiandolo zuccherati) che chiamiam *neve gelata*, e i Francesi *Gresil*: ordinario prodotto di certi temporali deboli, e passeggeri. Al contrario se il temporale si sostiene; se le nubi coprono lungo tempo il cielo, e mormorano inquiete, la maggior parte però immobili all'alto, le altre al di sotto più o meno vaganti; se non iscaricano la loro elettricità, che in parte; se durano un gran pezzo senza dissiparsi nell'aria, o diffondersi largamente ad altre parti dell'orizzonte, o senza precipitarsi quelle di uno strato sopra quelle di un altro, e confondersi insieme; se stazionario insomma, e senza quasi cambiare il tetro suo aspetto mantiensì per delle ore il temporale; se il freddo straordinario, ciò che più fa, continua sempre tanto in esse nuvole, quanto nell'intervallo tra uno strato e l'altro; i grani di grandine in queste circostanze, ed altre favorevoli, che non saprei tutte annoverare, e ch'è difficile, a dir vero, che s'incontrino tutte, potranno giungere, a forza di nuove incrostazioni ad una grossezza prodigiosa.

Egli è vero, che richiedesi a tal uopo, per tener sospesi cioè in aria, e far saltellare così de' grani anche solo di mezzana grossezza che son pure non poco pesanti, non che i grossissimi, e pesantissimi, una forza elettrica, di cui non abbiamo idea. Ma tale è effettivamente quella delle nubi ne' temporali, e in alcuni soprattutto. Per convincersene basta osservare come delle volte un nembo tempestoso, che non sarà ancora elevato sopra l'orizzonte 45. gradi,

affetta già l'aria serena, che sta sopra il nostro capo, in guisa, che l'elettroscopio atmosferico che noi alziamo ne dà dei segni sensibilissimi, e non solamente quando l'elettricità del nembo è della medesima specie di quella dell'aria, cioè *positiva*; ma ben anche quando ella è contraria, ossia *negativa*. Ognuno giudichi da ciò quale debba essere la forza elettrica di quegli ammassi di nuvole, che estendono così la loro sfera di attività a molte leghe di distanza, quale debb' essere, dico, la forza tanto attrattiva, che repulsiva sui corpi vicini a norma dello stato in cui si trovano questi o di niuna, o di omologa, o di contraria elettricità, e se essa non sarà valevole a cacciare, e ricacciare da strato a strato i grani di grandine più pesanti, che siansi mai veduti (elettrizzati essi pure alternativamente *in più* e *in meno*), con maggior facilità di quella, con cui noi facciam ballare le piume, e le pallottole di midollo di sambuco co' nostri apparecchj, e la nostra meschina elettricità artificiale, la quale non estende che a pochi piedi la sua sfera di attività.

Ritornando al nucleo nevoso, non voglio dissimulare, che sovente i granelli di neve gelata (gresil), di cui ho già parlato, e alcune volte pur anche i grani più considerabili di una vera grandine, si mostrano senza l'indicato nucleo, o corpicciuolo bianco centrale, come ne ho già fatto cenno. Questi grani, che costituiscono una specie particolare di gragnuola, io li credo col Sig. DELUC juniore (che dimora a Ginevra, fratello del famoso autore delle *Ricerche sulle modificazioni dell'atmosfera*, e di tante altre opere, il qual vive a Londra), li credo prodotti originariamente da gocce vere di pioggia cadenti da una nuvola superiore, che si sono agghiacciate nell'attraversar indi uno strato di nuvole inferiore freddissimo. Questo Fisico e Naturalista illuminato, osservatore non meno attento e sagace del suo fratello maggiore, ha notato molto bene le circostanze del fenomeno rimarcabile, di cui si tratta; e si è assicurato un giorno (era verso la fine di autunno) che cadeva a Ginevra una grandine di tale specie, si è, dissi, assicurato, che lo strato di nubi superiore, che distillava una picciola pioggia, non era tanto freddo quanto lo strato inferiore, trovandosi questo effettivamente di alcuni gradi sotto il termine della congelazione, mentre l'altro superiore aveva una temperatura di qualche grado sopra tal punto.

Una tale osservazione non conferma ella l'idea, che io mi son formata, e su cui insisto tanto, del raffreddamento del primo basso strato di nuvole, mercè l'evaporazione, che questo soffre, e che dà origine ad un secondo strato superiore? Il tempo essendo calmo, io non veggo come si possa spiegare altrimenti cotesto freddo più grande dello strato nuvoloso inferiore. Con tutto ciò, mi si dirà, è ben lungi, che succeda sempre così: allorchè ci avviene di attraversare più di uno strato di nuvole, salendo sopra montagne molto elevate, i più alti strati, ancorchè nuvolosi, trovansi d'ordinario i più freddi. Io non negherò questo: le nubi per se stesse sieguono la temperatura delle regioni d'aria, che

occupano; per conseguenza non è che nei casi, in cui la nuvola superiore si è formata a spese dell'inferiore preesistente, la quale ha sofferto una grandissima evaporazione, non è che in questi casi, che tale nuvola inferiore impoverita può trovarsi più fredda della superiore, supponendo il tempo calmo; poichè se regnano dei venti di diversa temperatura, se han luogo delle correnti d'aria ascendenti, discendenti, ecc., è facile comprendere come possa dominare accidentalmente uno strato d'aria temperato nella regione più alta, ed uno freddo nella bassa. Ora io son persuaso, che in occasione di temporale, allorchè le nuvole inferiori minacciano la gragnuola, siano sempre queste le più fredde, freddissime anzi oltremodo, o si tratti di una grandine propriamente detta col nucleo nevoso incrostato da una o più lamine concentriche di ghiaccio, o si tratti dei minuti grani di *neve gelata* (gresil), o finalmente di quell'altra specie molto più rara, consistente in grani solidi, e pieni, formati da gocce di pioggia gelatesi nella loro caduta, di cui or ora parlavamo. In quei temporali per tanto, che sono, apparentemente almeno, preceduti, ed accompagnati durante la lor formazione da calma, scatenandosi i venti contrastanti e turbinosi solamente allo scoppiare della procella, in tali temporali, dico, in cui appajono dal loro principio fino al maggior pieno quasi immobili gli ammassi nuvolosi, eppure vi si sta fabbricando, ed ingrossando la grandine, non può credersi, che il freddo oltremodo intenso delle nuvole più basse, zeppe di tal grandine, vi sia stato portato da alcun vento; e d'onde mai, se stato anche ve ne fosse senza farsi in alcun modo da noi sentire, lo piglieremmo cotanto freddo? Resta dunque, che all'evaporazione sofferta da esse nuvole, ad un'evaporazione estremamente grande e rapida nelle date circostanze, sia dovuto un sì prodigioso raffreddamento, la totale, o parziale loro congelazione, ecc: ciò che è stato uno de' principali miei assunti in questo scritto, e ne' precedenti ⁽¹⁰⁾.

(10) L'8.^a e la 9.^a delle mie *Lettere sulla Meteorologia elettrica*.

PARTE 3^a

Ho ancora molte cose a dire in favore della mia supposizione esposta ne' precedenti articoli, dei due strati cioè di nuvole elettrizzati contrariamente l'uno all'altro ad un altissimo grado, massime il superiore, e separati da un intervallo assai grande; fra i quali io poi immagino, che dei fiocchi di neve, dapprima semplici e leggeri, indi più grandicelli, e rivestiti mano mano di lamine di acqua congelatesi sopra di essi, in virtù dell'estremo freddo de' medesimi, e cambiati per tal modo in vera grandine, sono cacciati su e giù, e ballottati per lungo tempo; durante il quale non cessano d'ingrossarsi vieppiù per nuove incrostazioni di ghiaccio.

Quanto alla prima parte di questa ipotesi, che stabilisce tali strati presso a poco orizzontali, distinti e separati non solo, ma animati da opposte vigorose elettricità, se non in tutti i temporali, ne' più complicati almeno, e segnatamente in quelli in cui vien fabbricata molta grandine, e portata ad un'insigne grossezza, io potrei aggiungere alle già addotte diverse altre osservazioni, che molto la favoriscono, e sforzano, direi quasi, ad adottarla. Una di queste è quel passaggio frequente, e talvolta quasi repentino dall'una all'altra elettricità contraria, che scorgesi negli elettroscopj atmosferici esposti a tai temporali: di che ho parlato già, riportando che fin 14. di tali inversioni di elettricità mi è accaduto di osservare nel tempo di un minuto. Ora non possiamo figurarci, che in così breve spazio si cambj tante volte la nuvola sovrastante all'elettroscopio, e sottentrino alternatamente con tanta rapidità le une alle altre delle nuvole elettrizzate in senso contrario; e il figurarselo ancora sarebbe contrario al fatto, quando osserviamo, che la nube da noi esplorata è presso a poco stazionaria, o rimane immobile, che insomma è per lungo tempo la medesima. Non v'è dunque altra maniera onde spiegare il suddetto avvicinarsi de' segni nell'elettroscopio, marcando esso un momento l'elettricità *per eccesso*, un momento dopo quella *per difetto*, indi tosto la

prima, poi di nuovo la seconda, ecc. fuori che supporre, che possedendo la nuvola, o lo strato di nuvole, verso cui s'alza esso elettroscopio, un'elettricità qualsiasi (verosimilmente la *negativa*), un'altra nuvola, od uno strato di nuvole superiore possessa l'elettricità contraria ad un grado molto più forte; per cui, quando l'un nuvolo o strato si avvicina all'altro, e a misura che si accostano, l'atmosfera elettrica del superiore controbilanciando colla sua azione, ossia *elettricità premente*, come da alcuni si chiama, l'elettricità contraria più debole dell'inferiore, va affievolendo mano mano la *tensione*, e i segni di questa, o li toglie del tutto, o avanzandosi più ancora obbliga esso nuvolo inferiore a dar segni di quella elettricità contraria prevalente: così poi scostandosi i due strati van mancando gradatamente questi segni di elett.^a *accidentale* fino al zero, e più oltre risorgono e van crescendo quelli della *reale* contraria.

Tutto ciò viene rappresentato benissimo con due piattelli elettrizzati artificialmente uno a un debil grado *per difetto*, e montato sopra uno de' nostri elettrometri a boccetta, l'altro ad un grado più forte *per eccesso*, il qual tengasi isolato sopra, e parallelamente al primo a varie altezze. Quando il piattello superiore sta molto alto, l'inferiore dà segni di tutta o quasi tutta la sua elettricità *negativa*, che è poca, come dicemmo; ma a misura che quello si abbassa, o che alziamo verso di lui il piattello inferiore, scemano cotai segni, finchè ad un certo punto di vicinanza cadono del tutto, ed a maggior prossimità ancora vi sorgono quelli dell'elettricità contraria propria del piattello superiore. Nè è già, che cotesta elettricità soperchiante vi si sia effettivamente comunicata, cioè che abbia avuto luogo una reale trasfusione: niente di ciò (salvo che un troppo grande accostamento abbia provocata una qualche scarica od esplosione di scintilla): egli è per semplice *pressione*, ossia per la sola azione dell'atmosfera elettrica prepotente del piattello superiore, che viene costretto l'inferiore a dar segni di elettricità *positiva*, comunque ritenga ancora la sua *negativa*: in prova di che ritirando gradatamente quel piattello superiore, van decadendo pure per gradi i segni nell'inferiore di cotal elettricità *accidentale*, o *di pressione*, fino al nulla, e fino al risorgere, a misura che cresce ancora l'allontanamento, i primieri segni della propria elettricità *negativa*.

Somigliante dunque possiamo figurarci, anzi dobbiamo credere, che sia la condizione delle nubi temporalesche, quando l'elettroscopio innalzato verso l'inferiore loro strato, contro ad un nuvolo, che non si cambi già, nè venga altrimenti portato via da venti (dei quali casi, che accadono sibbene non parlo or qui), pur ce lo mostra che muta da un momento all'altro lo stato di sua elettricità, passando per gradi più o men rapidamente, e talvolta quasi per salto dall'una all'altra opposta. Ammessi i due strati, è facile immaginare, che s'accostino e s'allontanino vicendevolmente, or più or meno, e a varie riprese; che ascenda, o discenda or l'uno or l'altro, or si movano ambedue, quando

avvicinandosi, quando scostandosi, spinti da venti, o correnti d'aria ascendenti o discendenti (che sembrano infatti aver luogo di frequente ne' forti temporali), o variamente sollecitati dalle stesse forze elettriche sì dispiegate da essi, che procedenti da altri ammassi di nuvole al di fuori ecc: è facile rappresentarceli que' due strati moventisi su e giù, e come ondegianti tra loro: e tanto basta per tutte quelle mutazioni di segni elettrici di cui parliamo, che imitiamo così bene colle nostre sperienze de' piattelli, come si è veduto, e che in tutt'altra maniera sarebbero inesplicabili, ma intesi così cessano fin anche di essere sorprendenti.

Un'altra osservazione molto pure favorevole, e conducente quasi per necessità ad ammettere i due strati nuvolosi contrariamente elettrizzati ne' temporali di cui si tratta, è quello, che ho rimarcato già da molti anni, e che altri probabilmente avran rimarcato anche prima di me, cioè: che i temporali, i quali vanno a scaricare e profondere grossa grandine, non soglion essere i più minacciosi, e i più a temersi per riguardo a' fulmini, giacchè rarissimi son questi ove quella si prepara, od è imminente. E non è già, che non domini molto l'elettricità in siffatti temporali grandinosi; che anzi il mormorar quasi continuo dei tuoni, e la frequenza dei lampi per assai lungo tempo annunziano, e mostranci evidentemente, che una prodigiosa quantità di fluido elettrico è messa in giuoco: eppure non avvengono scariche fulminee contro terra, o poche in tali circostanze, in cui parrebbe che dovessero essere frequenti. Ora si può render facilmente ragione di un tal fenomeno, tostochè si ammettano con me i due strati nuvolosi elettrizzati in senso contrario: basta dire, che siccome lo strato inferiore, dal quale si potrebbero temere i colpi di fulmine, rivolge allora la sua azione e forza principalmente verso lo strato superiore contrariamente elettrico, così le scariche si fanno dall'uno all'altro anzichè contro la terra; i nuvoli o si saettano fra di loro, o con ampj e più facili trascorrimenti van ripartendosi lo stesso fluido fulmineo già cotanto sbilanciato: quindi que' lampi frequenti, e quasi continuati; quell'infocamento, che talora appare di questo o di quel tratto, e fin di tutta la volta nuvolosa; quel mormorar sordo, e come da lontano, del tuono ⁽¹¹⁾ (e ciò perchè gli scoppi accendendo al di sopra dello strato nuvoloso a noi più vicino, questo ne smorza il suono, che dee giungere al nostro orecchio); quel fremito del cielo, e dell'aria, che ci atterrisce, e ch'io non saprei descrivere: sintomi tutti, che minaccian grandine, e grandine copiosa.

Io ho per disgrazia molti esempj sì antichi, che recenti, ne' quali dietro gl'indicati sintomi, e qualche altra osservazione (come delle nuvole cinerine

(11) *Roulement du tonnerre* dicono i Francesi; ed è infatti un suono che rassomiglia a quello di carri pesanti tirati sopra a delle strade lastricate, o a quello di grosse palle, che si faccian rotolare sopra alle soffitte.

vaganti sotto il gran telone più o meno scuro; e ciò nelle ore vicine al mezzodì, nelle quali il Sol più cocente ha potuto sferzare la faccia superiore del primo strato nuvoloso formatosi, e divenuto in seguito temporalesco), dietro tali sintomi, dico, ed osservazioni ho pronosticata, e indovinata pur troppo la caduta di grandini più o meno desolatrici ⁽¹²⁾. Il più rimarcabile di tali esempj, e in cui comparvero più spiegati i detti sintomi, è la grandine spaventosa caduta la notte del 19. al 20. Agosto dell'anno 1787, che ha devastate le campagne ne' contorni di Como in un'estensione di 30. migli di lunghezza sopra 20. circa di larghezza. Il temporale non avea cessato di mormorare nel modo sopra descritto dalle due ore pomeridiane fino a mezza notte, allorchè succedette quell'orribile scarica di grandine sterminatrice; e durante tutto questo tempo non cadde, che si sappia, alcun fulmine, non v'ebbe alcun luogo eminente, o basso colpito; non si udirono neppure dei colpi di tuono spaventevoli, od assordanti, quantunque l'elettricità delle nuvole fosse così grande, che i lampi erano continui ed estesissimi, e tutto il cielo pareva in fiamme, la sera massimamente, e nelle ore prime della notte. Tutto il giuoco di quest'immensa elettricità, tutte quelle scariche ed effusioni della medesima, succedevano dunque lassù all'alto, senza dubbio fra nuvole, o strati di nuvole contrariamente elettriche, che si bersagliavano esse piuttosto che la terra. V'è poi tutto il fondamento di credere, che la grandine abbia cominciato a formarsi durante il giorno, allorquando il Sole saettava i suoi raggi sulla faccia superiore della nube, che divenne utero, e culla di essa grandine, quantunque questa non cominciasse a cadere, che a notte inoltrata, cioè a 10. ore in alcuni luoghi, a 11., a 12. in altri, e in qualche sito più tardi ancora ⁽¹³⁾. Almeno egli è evidente per questa stessa dilazione di tempo osservatasi, che una gran parte dei grani, alcuni dei quali grossi come ovi di gallinaccio, e molti pesanti più di 9 oncie, han dovuto essere sostenuti in aria per delle ore. E che facevano essi mai collassù? S'ingrossavano, s'impinguavano, diciam così, saltando, e danzando, come io penso, e come è facile di figurarsi, fra due gran tavolati di nuvole, i

⁽¹²⁾ In questi stessi giorni, in cui, ripigliato il lavoro già da sedici anni interrotto, sto compilando la presente Memoria, cioè nel corrente Giugno 1806, contemplando de' temporali ora vicini, ora lontani, giacchè sono sì frequenti in questi paesi, e nei circonvicini, ho potuto segnare e distinguere (triste indovino!) i grandinosi da quelli, che non lo erano: triste indovino pur troppo anche per me; una di tali grandini e delle più rovinose, essendo venuta a flagellare i contorni della villa poco lontana da Como, in cui mi trovava il fatal giorno (22. Giugno), e a devastare le mie poche vigne e campi. Molte altre campagne del Comasco sono state pure disertate da grandini, che caddero sì frequenti in questo mese.

⁽¹³⁾ Ho voluto produrre questo esempio di grandine caduta a notte avanzata, in prova che, sebben rarissime volte, conforme già si è fatto osservare, pur ne avvengono anche in tal tempo: nei soli casi però, come pare, in cui ha potuto formarsi essa grandine di giorno sotto l'azion potente de' raggi solari.

quali elettrici contrariamente se li rimandavano a vicenda, e rivolgevano le loro forze l'un contro l'altro; fino a tanto che scaricati questi strati nuvolosi in gran parte, e ormai esausti di tali elettricità, che andavano vicendevolmente distruggendosi, e non avendo quindi più tanta forza di cacciare e ricacciare cotali grani divenuti troppo pesanti, han dovuto lasciarli precipitar sulla terra: e ciò a diverse epoche nei diversi siti, secondo che, corrispondentemente a diversi tratti di essi strati nuvolosi estesissimi, più presto o più tardi veniva a mancare cotal forza elettrica abile a sostener la grandine in aria, e mantenerla in ballo.

Quest'altra parte della mia ipotesi, che riguarda la danza, ossia il vivo e frequente saltellare de' grani di grandine, che ho descritto, e di cui mi prendo qualche volta piacere di rappresentarmene una bella immagine, gettando una manciata di leggieri pallottole fra due lenzuoli o tappeti tesi orizzontalmente un sopra l'altro ad una conveniente distanza, ed elettrizzati uno *positivamente*, l'altro *negativamente*; e mantenuti lungamente in tale stato di contrarie elettricità piuttosto forti; questa parte, dico, non men curiosa che importante della mia ipotesi, confesso, che ha bisogno ancora di prove, quantunque ella abbia in suo favore, oltre l'indicata bella rappresentazione, la teoria elettrica medesima; e ch'essa si accordi molto bene con molte circostanze, ed accidenti rimarcabili, che precedono ed accompagnano la grandine, come ho spiegato. Con tutto questo ella non va esente, il vedo, da qualche difficoltà, e altronde si trova appoggiata a sole congetture, molte in vero e plausibili, ma non ancora ad alcuna osservazione diretta, che la dimostri, e la renda così evidente da non lasciar luogo a dubitare. Eccone però una, che toglierebbe qualunque dubbio, e finirebbe di convincerne, se essa fosse ben certa, e confermata. Molte persone assicurano aver sovente inteso all'accostarsi della grandine, e sì anche un tempo considerabile avanti la sua caduta, un certo strepito, o scroscio nella nube, che comparivane carica, somigliante a quello di un mucchio di noci, che venissero sommosse, oppur versate da sacchi. Se questo scroscio pertanto non era l'effetto, come può sospettarsi, della grandine già cadente e percuotente la terra in altri luoghi più o meno lontani; se, come tali persone sostengono, si sentiva molto prima, che essa grandine avesse cominciato a sfogare; se veniva tal rumore manifestamente dall'alto ⁽¹⁴⁾; è chiaro, che ciò non potè essere altro, che il ballo tumultuoso della grandine medesima, quale io lo suppongo; cioè il romore cagionato dalla collisione dei grani di questa già grossi e solidi, dal cozzar fra loro nell'andar

(14) Nell'antica Enciclopedia all'articolo *grandine* si parla pure di tale strepito proveniente dalla grandine, come di cosa nota; e si ripete dall'urtarsi che fanno in aria i suoi grani: non dubitando neppure l'autore dell'articolo, che quello strepito venga dall'alto, e che preceda la caduta di essa grandine sulla terra.

e venire in folla e in furia da un nuvolo all'altro cacciati e ricacciati più volte, prima di trapassare la nube inferiore, e venir a battere la terra cadendo.

Se qualcuno fosse così ardito di montare in un pallone aerostatico in mezzo ad un gran temporale fino ad attraversare il primo strato quale spettacolo imponente non gli offrirebbe il combattimento delle nubi, le varie loro incursioni, il fuoco elettrico versato a torrenti, ecc? Sarebbe egli allora a portata di osservare, e di studiare ciò che ora c'interessa, la formazione della grandine, le sue modificazioni, i suoi movimenti: vedrebbe se quella specie di danza, quel saltare su e giù de' suoi grani spinti e rispinti da uno strato nuvoloso all'altro, che mi piace di supporre, ha luogo effettivamente, e fino a qual segno; vedrebbe se m'inganno in tali mie immaginazioni, o se colgo giusto in qualche parte almeno. In mancanza di queste osservazioni nel seno stesso de' più fieri temporali, che niuno potrebbe intraprendere senza esporsi ad evidenti gravissimi pericoli, non ne abbiamo noi delle altre fatte da alcuni de' più intrepidi aeronauti in tempi meno procellosi, le quali possano in qualche modo supplire? Senza parlare del freddo eccessivo, che comunemente hanno essi incontrato nella regione delle nubi, io mi riporto a quello, che mi sovveno di aver letto nelle relazioni di alcuni di cotai viaggi aerostatici, cioè; che quando ebber que' volatori toccato colla macchina aerea il primo velo di nubi, e penetrandole quindi vi furono immersi tanto d'averne già sorpassato uno strato, o più, si trovarono con sorpresa involti da fiocchi di neve, quantunque non fosse inverno, e da piccioli grani gelati (*gresil*) che saltellanti percotevano da tutte le parti la stoffa del loro pallone, e ne venivan rimbalzati; e ciò in un tempo, in cui non cadeva niente sulla terra nè di tai fiocchi, nè di tai grani di neve gelata. Senza dubbio eran questi rudimenti od embrioni di grandine; e sembra che cotai grani fossero già dotati di un principio di quel movimento, che li avrebbe fatti ballare e saltare con vivacità nel modo ch'io ho descritto parlando della vera grandine, se in vece d'un temporale che potea dirsi appena iniziato, e in niun modo avvertito dagli abitanti della terra, si fosse trattato di un vero temporale potente in elettricità, tuonante, e, ciò che più fa al nostro caso, minacciante grandine rovinosa.

Dopo tutto questo bisogna pur convenire, che se non può dirsi ancor dimostrata, è resa sommamente probabile anche questa parte della mia teoria, che riguarda la lunga sospensione in aria, e la danza sostenuta della grandine, che va ingrossandosi. Le altre parti risguardanti l'esistenza delle due contrarie elettricità in nuvole o strati nuvolosi separati a varj intervalli, e il freddo intensissimo, onde è compreso uno almeno di questi strati, l'inferiore cioè, ossia quello in seno a cui formansi i fiocchetti di neve, primi embrioni di essa grandine, non han bisogno dopo le cose dedotte negli antecedenti articoli, di ulteriori prove.

Non posso però abbandonare questo soggetto senza risolvere alcune delle principali difficoltà, che non ho per anco prevenute, e rispondere a due o tre altre questioni. Come mai, dirassi, si può concepire, che due strati nuvolosi contrariamente elettrizzati si tengano giustamente alla distanza richiesta per attrarre, e respingere alternativamente dapprima i semplici fiocchi di neve, in seguito questi medesimi intonacati di ghiaccio sodo, e trasformati così in grani pesanti di grandine, senza permettere loro di cadere a terra; e ciò per un tempo lunghissimo? Non è egli evidente, che tali strati di nubi attraendosi fra loro, si accosterebbero, e si confonderebbero bentosto in una massa?

Si può rispondere a questa obbiezione, che il nuvolo inferiore non è attratto soltanto dal superiore elettrico contrariamente, ma ben anche dalla terra, particolarmente dalle montagne, dalle foreste, ecc. alle quali veggiamo, che le nubi si accostano, e si attaccano di preferenza; e che in tal maniera può essere cotesto nuvolo inferiore controbilanciato, non altrimenti che può esserlo ancora il superiore da un terzo, che lo attragga in senso contrario. In questo caso le masse dei due strati nuvolosi dotati delle opposte elettricità, dei quali si tratta, restando immobili, od in una semplice oscillazione, in quella specie di ondeggiamento, che abbiamo diggià considerato (spiegando il sì frequente cambiarsi dei segni nell'elettroscopio atmosferico), le parti delle loro superficie interne cederanno sole alla tendenza mutua, che le sollecita, esse si gonfieranno, soffrendo come una specie di flusso, se ne distaccheranno ben anche dei brani, e fin dei pezzi grossi, che andranno su, giù, innanzi e indietro, dall'uno all'altro strato a vicenda: ciò che faranno con molto maggiore agilità, frequenza, e tumulto, i fiocchi di neve, e i grani di grandine, se ve ne hanno frammezzo, picciolo essendo il volume d'aria, che ciascun d'essi dee smovere. Imperocchè ecco ciò, che ritarda il moto di andare e venire sia di detti brani, sia di altre nuvole interposte, e soprattutto l'accostamento di uno strato intiero verso l'altro, quando pure tali moti han luogo, ed esse nuvole o strati non sono ritenuti da altre forze: egli è il loro gran volume, e quello dell'ampio strato d'aria, che resiste al suo spostamento, e fa che tali nubi estese non possano avanzarsi l'una verso l'altra, che con lentezza più o meno grande.

Ma senza tutte queste considerazioni, il ritardo alla riunione delle nuvole contrariamente elettrizzate è un fatto, di cui non si può dubitare allorchè si osservano i cambiamenti dei segni elettrici dal positivo al negativo, e viceversa più volte, per tutto il tempo, che dura quel tal temporale (cambiamenti che abbiám già fatti osservare): il che certamente non avrebbe luogo, se le nuvole elettriche *in più* raggiungessero tosto quelle elettriche *in meno*, verso le quali tendono, e si riunissero in una sola massa. Questo ritardo è qualche volta così grande, che una tal riunione non ha luogo neppure a capo di molte

ore durante le quali l'elettricità o si dissipa altrimenti, o passa sibbene dall'uno strato nuvoloso all'altro, non però tutta ad un tratto, ma una porzione per volta, in virtù di scariche sia romorose e sensibili, sia insensibili, per mezzo singolarmente de' corpi interposti, che non cessano di andare e venire, o per mezzo se non altro de' sparsi vapori. Altre volte per lo contrario essa riunione si fa tosto, o in pochi momenti, ajutata da un vento, o da altra circostanza favorevole. Tosto, o tardi che succeda, le nuvole aggiugnendosi l'una all'altra, o compenetrandosi in qualche maniera, e quindi le elettricità contrarie distruggendosi vicendevolmente, ne siegue d'ordinario un forte rovescio di pioggia, e la grandine, se ve n'era colassù, abbandonata tutt'ad un tratto al suo proprio peso, si precipita sulla terra.

Un'altra obbiezione potrebbe per avventura cavarsi da queste medesime osservazioni, che ho allegate in favore della mia ipotesi, le quali ci mostrano i nostri conduttori atmosferici in occasione di temporale, sia esso grandinoso, o no, elettrizzati ora *positivamente*, ora *negativamente*; giacchè sembra, che dovrebbero esserlo sempre *negativamente*, ne' grandinosi, s'egli è pur vero, che in cotesti temporali lo strato nuvoloso inferiore, quello cioè, che trovasi più vicino alla terra, ha acquistato appunto un'elettricità *per difetto* dopo la perdita dell'originaria *per eccesso*, a forza di evaporazione, come vuole tal mia ipotesi, e come ho spiegato, ed ho cercato di provare con ogni maniera di argomenti. La sperienza, dirassi, è poco d'accordo con siffatta ipotesi, giacchè molte volte detto strato inferiore dà segni di elettricità *in più*, in vece di darli *in meno*, come dovrebbe. Ed io rispondo, che anzi l'esperienza è favorevole; atteso che effettivamente l'elettricità *negativa*, o *in meno* è quella che domina comunemente, o che domina dippiù, in mezzo ai cambiamenti accidentali, ne' gran temporali, come i primi osservatori attenti dell'elettricità atmosferica lo aveano diggià notato, e noi lo troviamo confermato ne' nostri Giornali meteorologici.

Che se non di rado si mostra anche l'elettricità *positiva*, quand'anche si mostrasse tanto sovente quanto la *negativa*, il che non è; io posso sempre dire, che altre cause han portato questo accidente; delle cause, che non sono già immaginarie, o gratuite, ma reali, e provate, di cui noi conosciamo l'efficacia, e che sono giustamente capaci di produrre il cangiamento, di cui si tratta. Io ho principalmente in vista l'azione delle *atmosferae elettriche*. Facciasi dunque, che lo strato nuvoloso superiore elettrico fortemente *per eccesso* discenda verso lo strato inferiore elettrico, giusta la mia ipotesi, *per difetto* ma più debolmente, o che questo ascenda verso quello, che s'accostino insomma più o meno; questo accostamento potrà esser tale, che la debole elettricità del nuvolo inferiore, venendo intieramente controbilanciata, cada del tutto; sarà allora uno di quei casi, che non sono già estremamente rari, in cui in mezzo al forte di un temporale, si osserva come una sospensione

di segni elettrici nel conduttore atmosferico e l'elettrometro marca zero: potrà esser tale, che i segni di elettricità *per difetto* vengano soltanto indeboliti poco, o molto il che succede più spesso: e tale finalmente, da farvi comparire quelli di un'elettricità *per eccesso*, *accidentale*, o come si dice *di pressione* il che pure accade non di raro. Tutto questo lo abbiamo nelle precedenti sezioni, spiegato più ampiamente, e messo sott'occhio col paragone ancora di analoghe sperienze fatte coll'elettricità artificiale, coll'esempio cioè de' due piattelli elettrizzati, quel vicino od annesso all'elettroscopio, *in meno*, l'altro superiore portato a diverse distanze, *in più* ad un grado più forte: e i cambiamenti e passaggi spesso sì frequenti in certi temporali dall'una all'altra elettricità opposta, imitati così bene con tali sperienze dei piattelli, ci hanno servito di prova dimostrativa dell'esistenza in siffatti temporali di due strati, o ammassi di nuvole contrariamente elettrizzati. Riguardo però all'essere piuttosto l'inferiore che il superiore elettrico *in meno*, convengo, che nulla potrebbe inferirsi nè da queste sperienze, nè da quelle osservazioni. Ma le ragioni, e, posso dire, le prove altronde dedotte per istabilire che sia proprio l'inferiore strato quello, in cui ha preso luogo l'elettricità *negativa*, son tali, e tante (raccolte in questa Memoria, e sviluppate già in gran parte nell'8.^a mia Lettera *sulla Meteorologia elettrica*), che pare non se ne possa dubitare; e un indizio ne abbiamo ancora da ciò, che, come dicemmo, in mezzo ai varj cambiamenti, che accadono durante i grossi temporali, i nostri conduttori atmosferici soglion darci più segni di cotesta elettricità *negativa*, che della *positiva*.

Non è dunque un'obbjezione che valga contro l'elettricità *per difetto* delle nuvole inferiori, l'osservarsi talvolta, ed anche non di rado, segni di quella *per eccesso*; all'incontro ne è una conferma il vedere, che si abbiano più spesso, o più lungamente i segni appunto di essa elettricità *per difetto*. Altronde è troppo facile il render ragione dell'elettricità *di eccesso* soltanto *accidentale*, ossia *di pressione*, che vi appare. È facile, dico, renderne ragione supponendo, che vi sian giusto i due strati nuvolosi, quali li abbiamo considerati, nè più, nè meno, i quali ondeggiando in certo modo, or s'accostino fra di loro, or s'allontanino, come pure si è da noi spiegato. Ma, non può egli darsi ancora, che sotto lo strato, che era il più vicino a terra, e che per la grande e rapida evaporazione sofferta è passato all'elettricità *in meno*, si formin altre nuvole? Queste essendo allora, siccome di nuova formazione, elettriche *in più*, affetteranno parimenti *in più* il conduttore atmosferico, salvo che siano controbilanciate, o vinte dall'elettricità contraria dello strato, che sta lor sopra. Dippiù: egli non è impossibile, è anzi probabile, come accennato abbiamo fin dal principio di questa dissertazione, che in alcuni temporali vi siano più di due, e di tre ampj strati, e inoltre altre nuvole sparse da molti lati, parte isolate e nuotanti, parte aggruppate, ecc., dotate esse pure di elettricità contrarie, e

allora non può che succedere frequentemente, in mezzo ai combattimenti di queste nuvole, ai loro movimenti cagionati dalle attrazioni e ripulsioni elettriche, dai venti ecc. che ora l'elettricità di una, or quella dell'altra mercè singolarmente l'azione delle rispettive atmosfere, diventi prevalente sopra le nostre teste, o sopra la colonna d'aria, nella quale trovasi inalzato il conduttore Frankliniano. Per tal maniera s'intende anche più facilmente, che nella supposizione di due strati soli, come nel forte del temporale, allorchè il combattimento delle nubi e de' venti è più fiero, i movimenti di quelle più tumultuosi, i lampi frequenti, e le scariche fulminee fra le nubi medesime moltiplicate, si osservino in questo conduttore, e meglio nell'elettroscopio atmosferico portatile, dei passaggi, e ritorni così frequenti, e quasi istantanei da una specie di elettricità all'altra: ciò che non succede, almeno con tanta rapidità, sul principio, ad alla fine di questi medesimi temporali; nè durante il corso di quelli, che sono meno strepitosi, e men complicati; nei quali l'elettricità dominante, vuo' dir quella, che si fa sentire al conduttore atmosferico, è per lo più l'elettricità *negativa*, come ho fatto osservare.

Ammettendo cotai temporali formati, come appare che ve ne siano realmente, di più strati od ammassi di nuvole variamente elettrizzati, sopra, sotto, e ai lati, e di altri gruppi ancora quà e là sparsi, può sembrare ch'io m'allontani troppo dalla primiera supposizione di uno strato cioè inferiore elettrico *negativamente*, e di un superiore elettrico *positivamente*, paralleli all'orizzonte, e fra loro, fra i quali danzino, e saltellino lunga pezza cacciati e ricacciati con impeto i grani di grandine, come veggiam saltellare le pallottole di sambuco fra due piatti nelle nostre sperienze di gabinetto. Debbo dunque dichiarare, ch'io ho formata tal supposizione, e presentata tal immagine, e me ne son valso, come della più semplice a far intendere la mia teoria: la quale vuole sibbene per la formazione, e ingrossamento della grandine le due contrarie elettricità in due strati nuvolosi distinti, e l'indicata danza prima di semplici fiocchi di neve, indi dei medesimi cresciuti per successive incrostazioni di ghiaccio a veri grani di grandine mano mano più grossi; ma non esclude altri strati, ed altre nuvole in qualsisia numero, posizione, e forma; nè esige di necessità il supposto esatto parallelismo dei due strati; giacchè possono benissimo essere mandati e rimandati i grani suddetti piccioli o grossi, e mantenersi lungamente in ballo tra due strati inclinati all'orizzonte, e fra loro; siccome pure possono sostenersi librati in aria entro al recinto di molte nubi diverse, e diversamente collocate, oscillar, saltellare; possono lanciati su giù, di quà di là, da un corpo di nuvole all'altro, intrecciar varie danze, per più o men lungo tempo.

Chechè ne sia di tali temporali così complicati, supponendoli anche più frequenti di quel che sono, penso che non sian rari quelli, che ho presi per esempio, e posti come per tipo, cioè di due strati presso a poco paralleli, se-

parati da giusto intervallo, ed elettrizzati contrariamente, cioè l'inferiore *per difetto*, il superiore *per eccesso*: di due soli strati, dico, contando per nulla qualche straccio di nube interposto, qualche picciol nuvolo al di fuori, od anche qualche gruppo lontano.

Mi si domanderà forse s'io riguardi la disposizione delle nubi in due o più strati separati, e l'elettricità contraria fra due almeno, come condizioni essenziali alla costituzione di un temporale. A questa domanda rispondo tosto, ch'io non pretendo ciò; che credo anzi possibilissimo, che [1] se ne formino di un solo ammasso nuvoloso unito, e dotato tutto di un'elettricità omologa, purchè sia questa assai forte; ma che sì fatti temporali, fuori di qualche lampo e tuono più o men frequenti, senza di che non sarebbero neppur chiamati temporali, offrir non potrebbero quel gran numero d'accidenti variati, che si osservano d'ordinario nelle tempeste più pronunciate: che la loro elettricità si mostrerebbe costantemente di una sola specie, cioè a dire o *positiva*, o *negativa* dal principio alla fine variando soltanto nell'intensità; ciò che non succede quasi mai ne' gran temporali: che potrebbero bene aver luogo delle scariche fulminanti fra una tal massa di nuvole temporalesche unite, e la terra, in una parola dei veri fulmini; ma non que' scoppi di tuono frequenti e ripetuti, que' sentieri, o strisce di luce vivissima, e a zig-zag quasi ad ogni momento, effetti delle nuvole, che si bersagliano, e fulminano tra loro: che tutt'al più comparirebbero colassù dei lampi, e dei trascorrimenti di luce da un capo all'altro dell'unico telone nuvoloso in occasione, e al momento di una forte scarica contro la terra (in quella guisa che ne compajono sopra una lunga e larga tavola cosparsa, e come seminata di sottili e rare limature metalliche, od anco di minute gocce d'acqua, allorchè un torrente di fluido elettrico attraversa questi conduttori imperfetti, ossia interrotti da piccioli interstizj): che finalmente codesti temporali semplici ed uniti, ne' quali o non vi fosse separazione di nuvole in differenti strati, o gruppi, od essendovi non s'incontrasse contrarietà di elettricità fra essi, non potrebbero produrre una grandine a grossi grani, o molto difficilmente: difficilmente, dico, una grandine molto grossa; giacchè per una picciola o mezzana, per il *gresil*, e qualche cosa dippiù, può forse bastare quella repulsione, e sospensione de' grani, che anche un sol telone nuvoloso fortemente elettrico è valevole a produrre, come sul principio ho voluto supporre, prima cioè di produrre l'ipotesi dei due strati contrariamente elettrizzati. Ecco ciò, ch'io penso riguardo ai temporali in generale, e sull'articolo della grandine in particolare, che è il principal soggetto di questa memoria.

[1] *In Mem. Ist. Naz. a questo punto appare la seguente breve aggiunta: « come se ne compongono anche di più di due strati, conforme or dicevamo, così pure ».*

[Nota della Comm.].

Si domanderà ancora perchè non succedano quasi mai temporali d'Inverno, almeno nelle nostre regioni; di que' temporali vuol dirsi, che sono accompagnati da grandi tuoni, e da frequenti lampi, e saette, segni manifesti di una quantità e forza stupenda di elettricità messa in giuoco in una maniera straordinaria: manco poi ne succedano con grandine massiccia, e pesante. Al che è facile di rispondere, che nè questo giuoco, nè questa prodigiosa accumulazione di elettricità possono aver luogo, o molto difficilmente, in tale stagione; e ciò in conseguenza di molte circostanze sfavorevoli, che sono le seguenti:

1.° La quantità dell'evaporazione giornaliera, intendo dei vapori elastici, che si sollevano da terra, e portano il fluido elettrico da essi appropriatosi, nella regione delle nubi, è molto minore nell'inverno, che nelle altre stagioni; onde le nuvole medesime non riescono allora nè così grosse, nè così dense, nè in conseguenza così elettriche come quei nuvoloni scuri in primavera, e in estate, che diventano temporaleschi.

2.° Questa medesima regione trovandosi più bassa d'inverno, le nubi vengono più facilmente spogliate di quella qualunque elettricità di cui trovinsi provvedute, dai conduttori terrestri, dalle montagne, dagli alberi ecc., che attraggon quelle, e smungon questa.

Aggiungasi per 3.°, che una tale sottrazione di elettricità è facilitata e promossa dall'interposizione di un'aria comunemente più umida in quella stagione, delle nebbie che giungon sovente fino a terra, e dalle piogge frequenti.

4.° La durata delle notti, tempo, nel quale in tutte le stagioni il fluido elettrico viene ricondotto, e restituito alla terra mercè appunto dell'umido notturno, e particolarmente delle rugiade, essendo molto lunga nell'inverno, contribuisce pur molto al ristabilimento dell'equilibrio di elettricità tra l'aria più o men alta, e la terra; di maniera che non si accumula essa elettricità nella region delle nubi un giorno dietro l'altro, e per molti di seguito, come succede spesso in primavera, ed in estate.

5.° Nel breve corso di ciascun giorno invernale i deboli obliqui raggi del Sole non producono in così grande abbondanza quell'evaporazione secondaria cioè, della parte superiore delle nuvole, ch'essi percuotono: evaporazione, che ha tanta parte, e giuoca così bene, secondo me, nella formazione de' temporali, e particolarmente della grandine.

6.° Finalmente quel poco ancora di vapori elastici, che si producono in tal modo, non si sollevano molto, obbligati dal freddo e dall'aria umida anche sopra a condensarsi di nuovo abbandonata appena la nuvola onde son sorti (se non anche prima di abbandonarla del tutto): ciò che li porta a riunirvisi; cosicchè è difficile, che si formino in inverno i due strati di nubi da me voluti, collocati cioè a giusto intervallo, ed elettrizzati contrariamente l'uno all'altro; difficile che si formino varj ammassi, o gruppi separati, ed elet-

trizzati pure diversamente. Non si vede infatti d'ordinario in quella stagione, quando il cielo è coperto, che un sol telone, o strato nuvoloso unito più o meno esteso; e quando è in parte coperto, in parte sereno, ciascuna nuvola appar semplice, di un sol volume cioè o strato, non sormontata da altro strato disgiunto, a foggia di quelle, che osserviamo d'estate ne' temporali o già formati, o che vanno a formarsi. Tali nuvole poi semplici, che regnano d'inverno, appunto perchè semplici, soglion dare segni costanti, avvegnachè deboli, di elettricità *per eccesso*, che è l'elettricità originaria delle nubi egualmente che delle nebbie, l'elettricità, che risulta immediatamente dalla condensazione dei vapori, come sappiamo.

Non voglio dissimulare, che si presentano anche d'inverno, sebben di rado, alcuni nuvoli più scuri, e più fortemente elettrici, fra i quali ve ne ha talvolta, che lo sono *per difetto*. Son questi d'ordinario nuvoli, che vanno a portarci della neve, nuvoli, che hanno qualche cosa di un aspetto temporalesco. Nondimeno come la loro elettricità non è ancora abbastanza potente per sostenere in aria i fiocchi di neve; e come poi manca quell'altro strato superiore di nubi separato da un giusto intervallo, ed elettrizzato in senso contrario, capace di attrarre e ripellere alternativamente per un tempo abbastanza lungo questi fiocchi, di ballottarli, di far loro fare la descritta danza (*danse des pantins*), ecco che cadono essi quali sono al momento di lor formazione, o poco dopo, senza aver potuto rivestirsi di lamine d'acqua congelata, e formare con ciò dei grani di grandine; tutt'al più giungono, e ciò solamente allorchè l'ammasso di nuvoli ha un poco più l'aria temporalesca, a convertirsi in quella specie di granellini gelati (*gresil*), che è media fra la neve e la grandine: fenomeno, che rarissimo esso pure d'inverno, accade più sovente in primavera, ed in autunno, come è facile di comprendere da ciò che or ora si è detto.

Ecco come si può render ragione del comparir così di rado temporali nell'inverno⁽¹⁵⁾, e del non cadere mai, o quasi mai una vera grandine in tale stagione, quantunque cada tanta neve, che è per se stessa sì vicina, e dirò così parente della grandine medesima, tanto per la sua origine, quanto per

(15) Ho avvertito sopra che intendo parlare delle nostre contrade; noto essendo, che in alcune altre regioni singolarmente marittime inferiscono i temporali anche d'inverno: dei quali voglionsi accagionare i venti procellosi, che regnano colà in quella stagione; venti, che apportando diverse temperature a varie altezze, e ora ammassando nubi sopra nubi, e addensandole oltre modo, ora spezzandole, or disciogliendone gran parte con forzata evaporazione, poi di nuovo costringendone i vapori, e quindi nascer facendo per diverse maniere forti e contrarie elettricità, fabbricano, dirò così, estemporaneamente que' temporali. Or non fia meraviglia, se per simili accidenti avvenga anche fra noi un qualche temporale, come in altre stagioni, così pure d'inverno. Tali casi rarissimi, e tali temporali son fuori del nostro soggetto. Quelli, di cui trattiamo, sono i temporali più frequenti, e comuni, che preceduti anzi per lo più da calma sorgono, d'ordinario, e si lavorano, almen dappprincipio, in silenzio, segnatamente i grandinosi; i quali non sogliono accadere d'inverno per le addotte ragioni.

la sua costituzione, che è insomma il suo primo rudimento, e la sua base. Ma d'onde viene, si potrebbe ancora domandare, che ne cade rare volte anche in mezzo ai più forti temporali nelle altre stagioni; e che non ne cade mai, o quasi mai, in molti paesi? Parrebbe infatti, non considerando che superficialmente le spiegazioni che io ho date, della formazione, e della ritardata caduta della grandine per cui ha luogo il suo ingrossamento, che un gran numero di temporali, anzi la maggior parte, dovessero portarcene in quantità, e di una grossezza più o men grande: ciò, che per fortuna non accade, essendo anzi rari i casi funesti.

Ma convien riflettere meglio, e richiamarsi quante circostanze sono richieste per ciò, le quali difficilmente possono incontrarsi tutte ad un tempo, come abbiain già fatto osservare: circostanze che non sono già richieste per tutti i temporali (bastando un sol nuvoloso denso oscuro e ridondante di elettricità a segno di dar qualche tuono, o lampo, per costituire un picciolo temporale; ed uno, o più gruppi, od un più ampio ammasso di tali nuvoli, collocati e disposti in qualsisia modo, animati però di un'elettricità strepitante, per que' temporali più grandi ed estesi, che recano maggiore spavento); ma che si ricercano, secondo me, perchè nel temporale vada formandosi ed ingrossando la grandine. Primieramente adunque vi bisogna un'evaporazione abbondantissima, e rapidissima di un primo strato di nuvole assai denso; una svaporazione tale, che da una parte basti non solamente a distruggere l'elettricità originaria *in più* di questo strato, ma a portarlo fin anche ad un grado assai forte di elettricità *in meno*; e dall'altra parte giunga a raffreddarlo potentemente, ad un grado, che appena possiam concepire, fino cioè a congelare una quantità considerabile delle sue vescichette, ed a formarne de' fiocchi di neve freddissimi, voglio dire, molto al di sotto del termine semplice del ghiaccio, come ho fatto opportunamente rimarcare, insistendo anzi molto su tal punto. In secondo luogo debbe aver luogo, ed effettuarsi una nuova condensazione dei vapori, che si sono innalzati in forma elastica dal detto primo strato nuvoloso, in guisa che ^{se ne formi} _{ne risulti} un secondo superiore dotato di una forte elettricità contraria, cioè *in meno* [1]. Per terzo questi due strati contraria-

[1] *Tale secondo strato superiore deve risultare elettrizzato « in più » e non « in meno »: trattasi di un errore materiale che trovasi anche in Mem. Ist. Naz., T. I, P. II, pg. 187, ed in Ant. Coll., T. I, P. II, pg. 418, e che era inavvertitamente sfuggito al V. nella redazione definitiva della memoria, come vedesi in K 23, foglio 19, pg. 4, mentre invece ciò non ha luogo nella corrispondente trattazione dello stesso argomento in I 36, foglio 11, pg. 2, ed I 35, foglio 5, pg. 1. Tale errore non trovasi in Br. Giorn. Fis., T. I, pg. 196, ove il periodo in oggetto, oltre che corretto, presenta, a chiarimento, la seguente breve aggiunta: « In secondo luogo debbe aver luogo ed effettuarsi « una nuova condensazione dei vapori, che si sono innalzati in forma elastica dal detto primo « strato nuvoloso reso già elettrico in meno, in guisa che se ne formi un secondo superiore dotato « di una forte elettricità contraria, cioè in più ».*

[Nota della Comm.].

mente elettrici debbono trovarsi dappprincipio ad una distanza, che non sia nè troppo grande, nè troppo picciola; e, ciò che è più difficile ancora, mantenersi lungo tempo ad un tal intervallo giusto, malgrado la mutua attrazione, che tende ad approssimarli, ed a ricondurre l'equilibrio di elettricità colla loro riunione immediata o mediata. Finalmente debbono conservare le loro rispettive elettricità, non perderle troppo presto, od in gran parte sia con delle scariche dell'uno contro l'altro, sia per mezzo di altri nuvolotti, o brani di nuvole, che vanno e vengono da uno strato all'altro, o s'infilano facilmente in modo di stabilire una catena di comunicazione fra essi strati: giacchè se le loro elettricità opposte non si mantengono in forza per assai lungo tempo, i fiocchi di neve prima, poi i grani di grandine sbozzati, non potranno continuare la loro danza fra questi due strati (danza, che deve forse durare per delle ore, a fine di dar luogo alla loro formazione compita, al loro ingrossamento per via d'incrostazioni successive); essi non potranno neppure essere sostenuti, e cadranno sol mezzo formati: sovente non caderanno neppure in questo stato fino a terra; ma bene fusi in grosse gocce, quale ci giunge sovente la prima pioggia in goccioloni rari, e molto elettrici, da certi temporali minacciosi, ma passeggeri.

Così è: queste grosse gocce isolate vogliansi riguardare, in molti casi almeno, come altrettanti piccioli grani di grandine liquefatti durante la loro caduta attraverso l'aria calda, che si trova fra la terra e lo strato nuvoloso inferiore. Ed ecco perchè non cade giammai quella picciola grandine imperfetta, che ha nome presso noi di *neve gelata* (*gresil*), in estate ne' climi caldi, ma bene nelle stagioni medie, come ho già fatto rimarcare: dico nei climi caldi, come il nostro: giacchè nei climi più freddi questa minuta gragnuola è frequente anche in estate, potendo attraversar l'aria senza fondersi. Da noi al contrario in tempo dei forti calori non vi sono che i grani di grandine di una certa grossezza, e consistenza, che possano giungere fino a terra senza venire intieramente squagliati.

Ciò che ho detto qui dei piccioli grani di grandine, si applica così facilmente ai semplici fiocchi di neve, che non ho bisogno di trattenermi per rispondere in particolare a quest'altra questione, che è l'inversa della precedente, in cui si cercava perchè non cada grandine da noi in tempo d'inverno: perchè dunque non cade egli mai neve in estate, quando pur è manifesto che se ne forma, singolarmente in certe nubi temporalesche, e che i fiocchi di neve, come tante volte si è detto, sono gli embrioni della grandine, ciascun grano di essa presentandoci un nucleo nevoso? La risposta è la medesima della sopra recata: il calore dell'aria nella bassa regione, che può fondere e fonde sovente i piccioli grani di grandine, non può mancar di squagliare molto più facilmente i semplici fiocchi di neve, quando avvien che cadano prima di essersi intonacati di una lamina solida di ghiaccio abbastanza grossa: non è

che in quest'ultimo caso, in cui abbian preso una consistenza, e grossezza considerabile, che possono sostenersi contro il calore degli strati d'aria più bassi, in guisa di arrivare fino a terra tuttora agghiacciati.

Questo scioglimento de' fiocchi di neve cadendo, ed anche dei grani di grandine più o men piccioli in gocce d'acqua che si capisce così bene, è spesso visibile in tempo d'estate, allorchè durante una pioggia temporalesca, che bagna la pianura, e le falde di un monte, noi ne osserviamo la sommità, e il dorso, che s'imbiancano a vista d'occhio coprendosi sia di grandine, sia di neve, mentre al basso non giunge che mera acqua.

Rimarrebbero ancora alcune altre questioni, e molte ulteriori osservazioni mie intorno ai temporali; ma siccome non riguardano la grandine, che è il soggetto della presente memoria divenuta già troppo lunga, così le rimetto ad altra occasione. Spiegherò allora come si producano talvolta de' temporali anche fieri, con lampi e tuoni orrendi, in seguito di forti piogge, e sì continuate per giorni intieri; quando parrebbe ch'esse avessero dovuto ricondurre l'equilibrio di elettricità fra le nubi e la terra, anzichè romperlo. Più poi mi tratterò intorno ad un certo periodo, che affettano i temporali, se non da per tutto, in questi nostri paesi montuosi: intorno voglio dire a quella tendenza che hanno a riprodursi di nuovo, e comparire molti giorni di seguito, verso la stessa ora, e, ciò che è più rimarcabile, presso a poco in quell'istesso tratto di cielo, che già occuparono. Mi farò quindi a cercare donde proceda quel vento freddo, e (cosa mirabile!) secchissimo, che suol succedere ad alcuni temporali molto dirotti, e che hanno maggiormente sfogato in pioggia, e in grandine [¹].

[¹] *Ad evitare un equivoco al quale può indurre una citazione erroneamente fatta in grassetto a pag. 421, riguardante la fonte usata nella pubblicazione di questa Memoria, si avverte che in proposito la fonte usata fu quella manoscritta « Cart. Volt. K 23 » e non quella stampata « Mem. Ist. Naz. Ital. ».*

[Nota della Comm.]

C.

MINUTA DI UNA LETTERA

A

FRANCESCO TORRICENI

RIGUARDANTE UN PARAFULMINE ERETTO IN BRESCIA

1807.

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: F 87; **E 64.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: di poco posteriore al 27 agosto 1807, che è la data della lettera del Torriceni, alla quale il V. risponde con E 64.

F 87: è una lettera, in data « *Brescia 27 Agosto 1807* », nella quale Francesco Torriceni chiede al V. il suo giudizio su una controversia sorta con un prof. del Liceo di Brescia, a proposito dell'applicazione di un parafulmine sopra un edificio pubblico.

E 64: è una minuta, con molte correzioni, della risposta del V. alla precitata lettera del Torriceni.

Cart. Volt. E 64.

Riv.^{mo} Sig.^{ro}

Ho ricevuto la sua lettera di 24 Agosto [1] piena di gentili e lusinghiere espressioni.

Ella mi fa troppo onore, riportandosi al mio giudizio intorno al parafulmine conduttore elettrico erettosi in cotesta città, la di cui costruzione mi descrive esattamente, ed alle questioni suscitate per esso. Per corrispondere all'invito di spiegarle ciò che ne sento, le dirò addirittura, io truovo non già del difettoso, ma del superfluo non poco in tal costruzione. Se questo conduttore non è destinato a far delle sperienze di gabinetto, ossia a dar segni dell'elettricità atmosferica all'osservatore, ma soltanto a garantire l'edificio dai danni e guasti del fulmine, a far l'ufficio insomma di parafulmine e non altro, non è necessario [2], nè che esso conduttore sia cotanto elevato, nè che truovisi isolato, onde il cilindro di vetro segnato *a c* nella figura è inutile affatto: come pur sono inutili e il pezzo di legno intonacato di catrame, e la gran barra di ferro che sopra vi s'impianta colla coperta di fili di canape incatramati. A che tanto apparato, e sì composto? Questa sola barra di ferro nuda, o il sol corno d'ottone, od un'asta qualunque eretta saldamente sulla sommità del tetto *d f* comunicante con capace non interrotto conduttore metallico che giunga fino in terra è bastante all'uopo di dare intero sfogo a qualsiasi scarica fulminea o corrente elettrica. L'isolamento dunque è inutile, come

[1] *Cart. Volt. F 87* è la lettera del Torriceni qui richiamata, la quale presenta la data « Brescia 27 Agosto 1807 », e non « 24 Agosto », come qui scrive il V. [Nota della Comm.].

[2] Nel *Mss.* le parole « non è necessario » si trovano frammezzo ad altre correzioni, ed attraversate da un tratto di penna. [Nota della Comm.].

è stato provato da' Fisici^[1] più valenti ed esperimentati in questa parte di Scienza, singolarmente da REIMARUS, che ha esaurita veramente la materia in due eccellenti opere tedesche^[2] una del 1778 l'altra del 1794 (*vom Blitze etc*); è inutile, ripeto, l'isolamento; e i pezzi di metallo disgiunti, e più o meno vicini alla vera *spranga elettrica*, non possono tirare sopra di sè deviandolo, il fulmine, che investito abbia tale spranga, mentre questa col non mai interrotto suo conduttore fino a terra può tramandarlo liberamente tutto all'ampio ricettacolo: no, non è da temerne che ^[3] un ramo di esso fulmine, ^[4] una parte cioè della strabocchevole piena elettrica si scagli su essi abbandonando il gran conduttore continuo, ^[5] giacchè oppongono forte resistenza sì a riceverne da lui con cui non hanno facile e libera comunicazione, che a versarlo nell'ampio seno della terra con cui parimenti non comunicano che per altri interrotti, od imperfetti conduttori^[6]. Che se un metallo qualsiasi vicino alla spranga elettrica non può derivare e tirare sopra di se alcuna parte del torrente fulmineo, che invaso abbia detta spranga, neppure può accadere, che ne venga egli immediatamente colpito, che la nube cioè ridondante di elettricità diriga su lui la scarica a dirittura preferendolo ad essa spranga che trovasi più elevata, e puntuta. Questa pertanto sarà la sola bersagliata quando per accidente cada realmente il fulmine con repentino scoppio, e non sia stato estenuato e smunto dalla medesima col continuo succhiare che fa per la punta del fluido elettrico, e scaricarlo pel conduttore diretto ed esteso senza interruzione sino all'ampio ricettacolo della terra: e quando pure montata a dovere tale scoppio abbia luogo, passando tutto il fulmine per questa strada a disperdersi nell'ampio ricettacolo riuscirà pure innocuo a qualsisia parte interna od esterna del fabbricato su cui domina la spranga, chiamata a ragione parafulmine.

[1] Nel Mns. le parole « da' Fisici » sono attraversate da un tratto di penna.

[Nota della Comm.].

[2] Nel Mns. sopra le due parole « opere tedesche » si trovano poste in aggiunta le seguenti parole: « scritte in ».

[Nota della Comm.].

[3] A questo punto il Mns. presenta in più le seguenti parole: « se non tutto ».

[Nota della Comm.].

[4] A questo punto il Mns. presenta in più la parola: « quando ».

[Nota della Comm.].

[5] A questo punto il Mns. presenta in più le parole: « sia grosso, ».

[Nota della Comm.].

[6] Qui il Mns. presenta, attraversato da tratti di penna, quanto segue: « Quel solo che può « temersi è, come con molti fatti dimostra il lodato REIMARUS, che l'uno o l'altro di tai pezzi « metallici solitari, ossia non comunicanti col conduttore primario, nè continuati nel modo « che conviene sino a terra, venga colpito immediatamente dal fulmine, che una nube cioè, « o un ramo di nube fulminea presentandogli in faccia ve lo scagli sopra anzichè scagliarlo sopra il conduttore, che torreggia in mezzo dell'edificio: il che accader può, ove per es... ».

[Nota della Comm.].

In tal maniera la spranga garantisce gli altri vicini conduttori più bassi e meno capaci, sian essi perfetti, o non perfetti, cioè metallici, o non metallici, e la fa da vero para-fulmine.

Ma una tal virtù e garanzia non s'estende poi a lontani conduttori, neppure dell'edificio medesimo su cui è piantata, s'egli sia molto grande. Una sola spranga ^{eretta su d'un angolo} ^{alzata [1] sul mezzo} riceverà il più delle volte sopra di se la materia del fulmine sia lentamente e in silenzio, sia repentinamente con iscoppio più o men fragoroso, riceverà, dico, il fuoco fulmineo di preferenza a qualsiasi parte dell'edificio, su cui sta piantata, e di altri pure vicini, tramandandolo innocuamente pel filo conduttore che sia abbastanza capace, nell'ampio comune ricettacolo; ma in qualche rara circostanza, nel caso per es. che una nuvola fulminea, o un brano di essa cali così al basso, da affacciarsi ad un lato dell'edificio, o da pendere tra una ed altra casa, avvenir potrà innanzi che detta spranga elevata, verrà colpita una delle case circostanti, oppure anche di fronte una facciata od angolo dell'edificio medesimo, come un canale di grondaia, una feriatà, un muro bagnato ecc. dal qual luogo bersagliato scorrerà il torrente fulmineo per via tortuosa e a salti, secondo le resistenze che incontra, e con guasti maggiori o minori fino a perdersi in terra, o trovandosi a miglior portata passerà con poco o niun guasto al gran conduttore, per indi scendere innocuamente in seno alla terra medesima. Il sullo-dato REIMARUS, che ha raccolto ed esaminati vari di questi casi, e fatte in proposito le più giudiziose osservazioni, conchiude, che al di là di cento piedi non s'estenda per avventura la virtù tutrice de' parafulmini; e volendo per conseguenza, che si moltiplichino le spranghe acuminate, o non acuminate, che poco ciò importa, a misura che gli edifici da garantire sono più vasti, raccomanda per maggior sicurezza, che si tengano un dall'altro distanti non più di 50. o 60. piedi; il che è più che bastante non essendovi esempio, che sia succeduto guasto di fulmine a distanza minore di 80. piedi da un buon Conduttore. Del resto moltiplicando le spranghe sopra de' tetti non è punto necessario che abbia ciascuna il suo conduttore prolungato fino a terra: basta che lo abbia, ma buono, e sempre continuo, una sola, e che a questa comunichino le altre similmente con grosso filo, o lastra metallica. Per un edificio poi che sia munito tutt'intorno da canali metallici per gronde, o basteranno questi soli muniti da filo conduttore discendente a terra, senza spranghe elevate, o abbisognandone di queste sui colmi del tetto, torrette, ecc. basterà stabilire la conveniente comunicazione metallica tra queste spranghe e detti canali, e da una di loro alla terra.

[1] La parola « alzata » è nel *Mns.* attraversata da un tratto di penna.

[Nota della Comm.].

Ciò che importa molto si è che siffatti sieno in tutta la loro lunghezza fino a terra grossi abbastanza, e sì bene connessi nelle giunture da poter traddurre senza fendersi od arroventarsi, senza pur mettere ostacolo e ritardo sensibile [1], qualunque più ampio torrente fulmineo. Ma quale sarà dunque la grossezza richiesta? Le osservazioni di tanti anni hanno mostrato che il diametro di un mezzo pollice per delle verghe cilindriche di ferro, o di rame, e poco più per delle spranghette quadrilunghe ha sempre bastato; ma facciamolo pure, che sarà meglio, di $\frac{3}{4}$ o di 1. pollice, una treccia metallica formata di molti fili può essere equivalente ed anche più capace. Così pure delle sbarre o grosse lastre di ferro, o meglio di rame, migliore se di grossezza facciasi più capace; ma queste siano ben saldate con saldatura forte nelle congiunture. Finalmente vadano a terminare senza alcuna interruzione o in giunzioni. amplissimi ricettacoli d'acqua di libera superficie, cioè fiumi, o laghi, o sul suolo [2], giungendo quasi a toccarlo, o meglio a passar sopra del terreno per qualche buon tratto, od anche ad impiantarvisi più o men profondamente [3]. Sebbene a parere del già lodato REIMARUS appoggiato a molte osservazioni, un tale metodo di far penetrare il filo conduttore addentro nella terra, lungi dall'essere necessario od utile, come si è creduto comunemente per un pezzo, non è per nessun conto vantaggioso, anzi può riuscir nocivo, e cagionare degli inconvenienti, cioè delle esplosioni del terreno, in cui s'impiantano essi fili conduttori, con qualche scossa delle fondamenta de' muri vicini, ecc. come nota lo stesso autore nell'ultima delle citate sue opere essere accaduto talvolta. Tali esplosioni vengono prodotte dalla difficoltà e resistenza che una grande piena elettrica prova nel passare dal filo metallico conficcato nella terra, in questa medesima poco umida per avventura nell'interno, od attraverso poca quantità d'acqua, la quale non è già così buon conduttore come da molti si crede se non in grandissima quantità, e che scarsa ritrovandosi viene da tale repentina e poderosa scarica trasformata ad un tratto in vapore elastico fa scoppio come di mina. Ma dirassi, e non penetrando l'estremità del filo conduttore nella terra, quale sfogo troverà la piena strabocchevole di fl. el. di cui è formato il fulmine? Non incontrerà ella maggior ostacolo a gettarsi dal di fuori al di dentro della medesima, e nel suo gran ventre, in cui

[1] *Quale residuo di correzioni non ultimate, il Mns. qui presenta non cancellata la parola « la ».* [Nota della Comm.].

[2] *Qui il Mns. presenta una parte cancellata, in cui sono toccati argomenti che più ampiamente sono svolti nelle seguenti parti della lettera in oggetto: per questa ragione non si pubblica la parte cancellata.* [Nota della Comm.].

[3] *Qui il Mns. presenta un richiamo al quale manca ogni corrispondenza.* [Nota della Comm.].

finalmente deve andare a perdersi? Troverà, rispondo con REIMARUS, al di fuori l'ostacolo dell'aria coibente sibbene, ma smovibile [¹], ossia per la sua fluidità, cedevole abbastanza, onde lanciarsi da molti punti, e dall'estremità massimamente del conduttore per entro ad essa in larghi fiocchi, che espansi in forma d'ombrello sulla faccia della terra e radenti per lungo tratto la medesima più o men umida, qual esser suole alla sua superficie vi entreranno per tutta una tale larga superficie e vi si diffonderanno meglio di quello che scappar possa e diffondersi esso fluido elettrico dal filo metallico seppellito nell'istessa terra [²]. Tale innocua scarica, ed emanazione di luce nel terreno d'intorno al filo conduttore in occasione di fulmine caduto sulla spranga elettrica venne osservata più di una volta, giusta le relazioni inserite nell'opera suddetta. Del resto non è già questa cosa nuova. Era già noto, che pe' deferenti imperfetti, per le sostanze umide sì internamente, che esternamente, e talvolta per l'acqua medesima scorre e più largamente, e a maggior distanza il fluido elettrico scaricato violentemente ex. gr. da grandi bocce di Leyden o batterie, sulla superficie di essi che nell'interno. Codesta superficie è assai più deferente, ella è così deferente, che rende il prossimo strato o velo d'aria che la copre in certo modo deferente anch'esso, ossia meno coibente, tanto che il salto della scintilla che per l'anzidette scariche non potrebbe farsi tra due conduttori metallici in piena aria che alla distanza di un pollice per esempio, potrà farsi a 4. 6. 8. pollici e più rasente la superficie di tali conduttori umidi, o a poca distanza da questa, e codesta scintilla or lunga e guizzante, o come striscia seguita da vivissima luce sfolgorante verrà accompagnata da più o men forte scoppio, ora divisa in vari rami, ed ora spandendosi come lamina o velo di luce men vivida dileguerà senza grande strepito, tutto ciò secondo la disposizione di tali corpi deferenti non perfetti, e delle loro superficie, delle iscariche e secondo la varia forza e quantità. Così ci mostrano le sperienze coll'elettricità artificiale.

Da tutto ciò vuolsi concludere, che più facilmente profonderassi e disperderassi il fuoco fulmineo, che è pure fluido elettrico dalla estremità del grosso filo o barra metallica, che giunga a fior di terra solamente, non toccandola punto (come per esempio i canali, che scendono dalle gronde i quali compiono ottimamente un tal ufficio), o toccandola anche, e posando per qualche tratto sulla superficie di essa, sol che sia discretamente umida (qual suol essere d'ordinario, senza anche contare sulla pioggia, che per lopp più precede od accompagna temporali minacciosi), più facilmente dico, e più innocuamente verse-

[¹] *Le frasi colle quali le idee del Reimarus sono qui richiamate presentano raccordi con quelle del § 151 di O 29, pubblicate nel N° LXXXIV, Vol. III.* [Nota della Comm.].

[²] *Qui il Mns. presenta, attraversato da un tratto di penna, un periodo, il cui contenuto viene più ampiamente svolto nell'ultima parte della lettera in oggetto.* [Nota della Comm.].

ranno il fluido elettrico fulminante e lo disperderanno cotesti conduttori, che terminano a fior di terra, o si stenderanno alquanto rasente la medesima, che non quelli che vi s'impiantino dentro a qualsisia profondità; eccetto che giungano ad immergersi ed a comunicare largamente con amplissimi recipienti d'acqua scoperti, fiumi, laghi ecc.: il che quando possa effettuarsi conviene l'istesso REIMARUS essere ad ogni modo preferibile.

Ecco quanto

CI.

DISCORSO

RECITATO NELL'AULA DELL'UNIVERSITÀ, LI 12 GIUGNO 1790
NELLA PROMOZIONE DI DUE AGRIMENSORI

SULLE STELLE CADENTI ED ALTRI FENOMENI
CHE MALAMENTE E A FORZA SI VOGLIONO TIRARE ALL'ELETTRICITÀ.

RIPRODOTTO CON MUTAZIONI ED AGGIUNTE
NELLA PUBBLICA SESSIONE DELL'ISTITUTO ITALIANO TENUTASI, LI 30. XBRE. 1812.

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **K 9**; **K 24** α ; **K 24** β .

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da K 9.

DATA: da K 9.

K 9: è la redazione autografa di un discorso del V., recitato nell'Aula dell'Università di Pavia il 12 giugno 1790, e citato nella « *Lettera prima* », al Bondioli (vedasi N° XCIV (A)); questo Mns. presenta, l'una sotto l'altra, ed ambedue autografe, le due indicazioni che formano il titolo di questo Numero. L'introduzione di K 9, colle numerose correzioni ed aggiunte posteriori che presenta, risulta completamente assorbita da K 24 α . La parte centrale del discorso K 9 è costituita dalle prime due e dalle ultime due pagine di E 10 (pubblicato al N° LXXXVIII di questo Volume): tale parte si pubblica dopo K 24 α , sia per completare K 24 α dal quale è esplicitamente richiamata, sia per le frequenti variazioni ed aggiunte che presenta nei confronti della corrispondente parte di E 10.

K 24 (α , β): questo Mns., insieme alla parte centrale di K 9, costituisce la redazione autografa del discorso recitato all'Istituto Italiano il 30 dicembre 1812. L'introduzione di questo discorso è data da K 24 α , che concorda colla prima parte di

K 9, assorbendo le aggiunte posteriori poste in questa a modificazione della primitiva introduzione di K 9: indi K 24 α richiama, con un capoverso, la parte centrale di K 9, ed infine segue l'ultima parte del discorso, la quale è data da K 24 β , che pur esso si pubblica. Dalle Memorie dell'Imperial Regio Istituto del Regno Lombardo Veneto, Vol. I, anni 1812-1813, P. I, pg. 24, risulterebbe che questo discorso sarebbe stato tenuto all'adunanza pubblica del 31 dicembre (anzichè 30 dicembre, come leggesi nel titolo di K 9). Nel resoconto di tale adunanza, alla citata pg. 24, trovasi:

« VI. Trattato Meteorologico sopra la natura e formazione dei bolidi e delle stelle cadenti, di Alessandro Volta.

« In questo scritto trovansi raccolte le varie osservazioni fatte fin'ora su tali fenomeni e le diverse ipotesi immaginate dai fisici per renderne ragione. L'autore « esamina queste ipotesi ad una ad una, e fra queste, rifiutate le altre tutte, ne sceglie « una sola, ch'egli propone come più verisimile, quella cioè che suppone gli areoliti « essere altrettanti minutissimi pianeti circolanti nello spazio che vengono dalla « Terra, nel suo periodico viaggio intorno al Sole, incontrati ».

Cart. Volt. K 24 α.

Se dopo tanti anni impiegati da me in ricerche Fisiche, e come dilettante, e come Professore di questa Scienza non men bella che utile, dovessi render conto dei varj lavori, e scritti miei, potrei dire che oltre le operette, che trattano per il più delle arie fattizie, e dell'elettricità sì artificiale che naturale, e precipuamente della così detta *Galvanica* (nei quali rami di Fisica sperimentale fecondi di nuove bellissime e utilissime scoperte mi lusingo di esser giunto pur io ad alcune interessanti, con introdurre anche nuove macchine e stromenti inservienti alle relative sperienze, e ad ulteriori indagini), oltre queste mie operette e dissertazioni, quali stampate a parte, quali inserite negli Atti di diverse Accademie, o sparse in varj Giornali Italiani ed esteri, molte altre Memorie, che non comparvero alla luce furono da me composte, e lette soltanto all'occasione in qualche Società o crocchio letterario, or sopra i medesimi soggetti, or sopra il calorico, i vapori, gli stromenti meteorologici, e la Meteorologia stessa; or sopra tale, o tal altro di quegli stromenti e macchinette da me inventati o perfezionati. Da tal enumerazione, ed esposizione dei soli articoli, e meglio se aggiugnessi un estratto o Sommario del contenuto in tutti questi Scritti parrebbe ad altri ch'io avessi fatto molto, quando al contrario a me pare di aver fatto ben poco considerando massimamente la vastità della Scienza, e quanto resta ancora in molti rami di essa sia da scoprire, sia da correggere o rettificare. Per dare un saggio di alcune di queste Memorie inedite, scelgo un discorso da me recitato fin dal 1790. in un circolo di alcuni miei Colleghi nell'Università di Pavia, e da quelli ben accolto, il quale confido che possa ancora non dispiacere a questa tanto più illustre e numerosa adunanza, riproducendolo con alcune aggiunte, che le nuove scoperte fattesi nel decorso di questi anni mi hanno suggérito [¹].

Al vedere quanto mi sono occupato, dopo l'Elettricità artificiale, della

[¹] Qui il *Mns.* presenta, attraversate da un tratto di penna, le seguenti parole: « Eccone il tenore ».

[Nota della Comm.].

Naturale atmosferica nelle mie lunghe *Lettere sulla Meteorologia elettrica* al LICHTENBERG celebre Professore di Gottinga (la serie delle quali fu poi interrotta dopo la nona per la comparsa della così detta *Elettricità Galvanica*, che per la novità ed importanza, che per la ricca messe di scoperte le più sorprendenti che offriva, a sè tutto mi trasse nel 1792. e per varj anni di seguito) al vedere, io dicea, quanto mi sono occupato dell'elettricità naturale, e con

qual impegno ho cercato di farla ben ^{campeggiare} comparire non solamente in dette

Lettere meteorologiche, che scrissi in Francese e tradussi poi con alcune aggiunte in Italiano in occasione che vennero inserite ne' primi Giornali del nostro BRUGNATELLI, dopo già publicatesi in Francese, e in Tedesco, ma nelle già accennate Memorie ancora e discorsi inediti intorno a fenomeni, in cui la naturale elettricità ha una grande influenza, e modifica, e viene modificata per singolar maniera; intorno cioè all'evaporazione, ed alle effervescenze accompagnate da segni elettrici abbastanza sensibili, all'elettricità prodotta dalle cascate d'acqua, dalle piogge, dalle nebbie, dalla rugiada; intorno ai giuochi e vicende della medesima ne' varj strati, forme, e andamenti delle nubi massime temporalesche, nella formazione e ingrossamento specialmente de' grani di grandine; intorno ai nuovi stromenti di CAVALLLO, di SAUSSURE, e miei, con cui esplorare comodamente, e ad ogn' ora la costante, e variabile elettricità atmosferica: in vista ripeto di tutto ciò, non vorrei essere tenuto per uno di que' fanatici, non dirò coltivatori e adoratori, ma idolatri dell'Elettricità, che tutto a lei fanno fare in Cielo e in Terra, e null'altro quasi ravvisano nella vegetazione, nell'economia animale, ne' tremuoti e vulcani, ed altre operazioni e accidenti sopra e sotto la terrestre superficie, e singolarmente ne' fenomeni meteorologici, null'altro che questo ^{meraviglioso} ^{poderoso} agente. Spero di ren-

dervi oggi persuasi, e convinti, ascoltatori onoratissimi, ch'io non sono di costoro, che bene o male si studiano di ridurre i fenomeni più disparati all'Elettricità, e se non ci vengono da sè ve li tirano a forza. Vedrete quanti ne escludo onninamente, e quanti ne sottraggo, se non in tutto, in gran parte alla sua influenza: che sì, che infine avrò forse a difendermi da un'altra accusa affatto opposta, cioè di troppo poco accordare di dominio all'Elettricità, e di derogare ai suoi diritti? Certo è difficile, come in tante altre cose, così anche qui il tenere un giusto mezzo, e pochi l'han tenuto. — Leggendo oltre le varie Memorie staccate dell'Abate BERTHOLON le due sue Opere voluminose in Francese l'una sull'*Elettricità del Corpo umano*, l'altra posteriore sull'*Elettricità delle Meteore*, Memorie ed opere per tanti altri pregi stimabilissime, e singolarmente per belle descrizioni, e per la raccolta di molti fatti, non si può a meno di ammirare, e deplorare insieme gli sforzi, e i travimenti di un'immaginazione troppo ardente, e trasportata. Parecchi altri, fra' quali un GAR-

DINI, per rammentare anche de' Fisici Italiani, han dato chi più, chi meno in simili eccessi per foga di tutto volere spiegare coll'elettricità; e il celebre Padre BECCARIA, a cui tanto deve questo ramo di Scienza bellissimo invero e fecondissimo, non è andato esente da un tal vizio collo spingere le cose an- più in là che non si conveniva.
 ch'esso se non fuor d'ogni limite e ragione, troppo avanti.

Un'opera invece pubblicata al principio del 1790, o poco prima da due Fisici e Medici Ollandesi PAETS VAN TROOSTWICH e KRAJENHOFF ^[1], scritta però in Francese, e intitolata *de l'Application de l'Electricité à la Physique et à la Medecine* mi parve in allora, e mi pare anche oggidì la più moderata e giudiziosa di quante son comparse su tal soggetto, siccome quella che concedendo la debita estensione, assegna nel medesimo tempo i giusti limiti al potere dell'Elettricità ne' fenomeni meteorologici, e nell'influenza sua sulla vegetazione, e sull'economia animale. In quest'opera, nella quale con somma compiacenza ho riscontrato moltissime idee conformi alle mie intorno al giuoco, che si vuol accordare all'Elettricità atmosferica, il fulmine, il lampo ne' temporali, e il fuoco Sant'Elmo (furon chiamate forse superstiziosamente, con tal nome, che ritengono ancora, oppure con vaghezza poetica Castore e Polluce, quelle fiammelle che compajono in tempo procelloso in sugli alberi delle navi, come ne compajono ancora sulle croci de' campanili e se ne son vedute talvolta fin sulle aste de' soldati) sono le sole meteore, che sien riguardate come puro fenomeno elettrico. Le aurore boreali, posti nella miglior vista gli argomenti pro e contro, si lascia in dubbio se sieno meri fenomeni elettrici, e fin se v'abbia parte alcuna l'elettricità. Alle trombe di mare e di terra, siccome pure in certi turbini si fa concorrere bensì l'elettricità, ma il più si attribuisce ad altre cause. Finalmente si fa vedere, qual parte ella ha, o può avere nelle nebbie, nella rugiada, nelle piogge, nella neve, nella grandine. Riguardo a quest'ultima a dir vero troppo poco si attribuisce in detta opera al potere ed influenza dell'elettricità e nella formazione de' grani di essa grandine, che sono dapprincipio fiocchetti di neve, che si van mano mano incrostando di solido ghiaccio, e nella loro sì lunga sospensione in aria, onde ha luogo l'ingrossamento de' medesimi talor sì grande e sorprendente: intorno a che e al giuoco saltellante di tali grani di grandine fra strati di nuvole contrariamente elettrizzati, versa una lunga mia Memoria inserita nel primo tomo degli Atti del nostro Istituto.

Delle Stelle cadenti, e dei Bolidi, ossia globi volanti di fuoco, non si parla neppure nell'opera sullodata dei Fisici Ollandesi, e a ragione non se ne parla; come neppure de' tremuoti, comunque v'abbia chi pretende che sieno e questi

[1] Così nel Mns., rispettivamente invece di «Troostwijk» e «Kraijenhoff».

[Nota della Comm.].

e quelli fenomeni elettrici. Quanto a me non ho potuto mai indurmi a crederlo; e riguardo particolarmente alle stelle cadenti, fin da quando il celebre Padre BECCARIA si argomentò di attribuirle all'elettricità della rugiada mi sorsero in capo de' dubbj, e delle difficoltà, che in luogo di dissiparsi crebbero in seguito a misura che posi più attenzione ad osservare un fenomeno tanto frequente, e che m'applicai d'altra parte a indagare più dappresso l'indole del fluido elettrico, le sue funzioni, e le leggi costanti che siegue in tutti i suoi varj andamenti. Queste difficoltà ch'io truovo insuperabili mi propongo di qui esporre in modo che si possa facilmente giudicare da ognuno della lor forza, e decidere fralle opposte opinioni. Dopo di che passerò ad accennare di volo le mie idee sulle altre meteore, che molti si sono studiati vanamente di assogettare in tutto, o in massima parte al dominio dell'Elettricità, mentre questa punto o poco v'influisce.

Primieramente io non ho mai saputo conciliare la pacatezza, e il lento trascorrere di queste innocue fiammelle, che chiamiamo *Stelle cadenti*, or nell'alta, or nella bassa regione dell'Atmosfera, ove sovente ci vengono osservate, e dove l'aria è sufficientemente densa, colla rapidità e impeto del fluido elettrico, il qual trapassa sempre qual folgore o baleno, e spezza l'aria fraposta, ogniqualevolta si scarica in dose, o con forza tale da render luminoso il suo tragitto: giacchè non si tratta qui di una lenta e tranquilla diffusione del fluido elettrico nell'aria, che se ne va poco a poco impregnando; nel qual caso non riluce in alcuna maniera: si tratta di quando risplende e brilla; e allora io dico, che nelle nostre sperienze almeno, non si è veduto giammai risplendere e muoversi alla foggia delle Stelle cadenti.

Così è: queste come fiaccollette striscianti o come gocce lucide, che filano, diciam così niente rassomigliano per la forma, e per l'andamento loro, nè ai pennoncelli o stellette elettriche, nè alle scintille vivide, guizzanti; in una parola non hanno la fisionomia del fuoco elettrico, come chiunque ha qualche pratica delle comuni elettriche sperienze dovrà confessare. Saran dunque i partigiani dell'Elettricità, i quali sostengono ch'essa tutto fa, tutto opera, ridotti a dire, esser un moto del fluido elettrico affatto singolare, e a noi non conosciuto quello delle Stelle cadenti, occasionato dallo stato particolare, in cui si truova l'aria serotina, pregna di vapori rugiadosi, per entro alla quale ha il nostro fluido elettrico a tragittare: giusta le idee del Padre BECCARIA, che per tali fenomeni delle Stelle cadenti facea giocare singolarmente l'elettricità della rugiada, saran ridotti così ad ascrivere a cotesto fluido nuovi caratteri, e nuove straordinarie funzioni estranee all'indole sua conosciuta, per non dire incompatibili. Questo non è gran cosa per coloro, i quali volendo far fare miracoli all'elettricità, la modificano a loro talento in mille guise.

Per me, che son poco inclinato a credere ogni sorta di miracoli, e giudico della virtù di un agente da quello che vedo de' suoi effetti, queste pretese modificazioni del fluido elettrico, per cui opera diversamente da quello che

operar suole in tutte le nostre sperienze di elettricità, diventano affatto incredibili, e ho ragione di non ammetterle, finchè migliori prove non si producano di tali straordinarie piuttosto ideate, che reali trasformazioni. Infatti si dee convenir meco, ch'egli è una pura immaginazione, un supposto, che non ha per anche fondamento alcuno quello, che l'aria pregna di vapori induca tal modificazione nell'elettricità, onde portisi il fluido elettrico a discorrere quà e là nell'Atmosfera in forma di *stelle cadenti*, cioè in lunghe e sottili strisce luminose o globetti traentisi dietro una coda evanescente a foggia di piccioli razzi, in tempo che niuno è mai potuto riuscire a produr nulla, non dirò di eguale, ma che rassomigli alcun poco a coteste lucide e tranquille strisce, a forza d'elettricità artificiale, con tutte le nostre macchine, e i nostri apparati a produr, dico, nulla di simile nell'aria di una stanza resa a tal oggetto più o men vaporosa. Sappiamo imitare perfettamente la scintilla guizzante e abbagliante del fulmine, e gl'altri molteplici e singolari suoi effetti, col solo divario del più o meno di forza; rappresentiamo ancora assai bene ne' recipienti di aria diradata i lampi, i getti, e le colonne rutilanti dell'*Aurora boreale*; e non ci riesce neppur di adombrare alcuna delle Stelle cadenti. Domandate a me la ragione di questo, dirovvi che i Fulmini son veri e proprj fenomeni elettrici; le Aurore boreali lo sono probabilmente anch'esse, o in tutto, o in parte; le Stelle cadenti nol sono in alcun modo. Domandate al P.^{re} BECCARIA, e a que' che han preso il di lui partito, e giurano ne' suoi detti, sosterranno che lo sono anche queste: ma quali ragioni, quali prove addurranno mai per la loro sentenza? L'analogia non già, la qual trovasi quì affatto mancante. Avran dunque ricorso a quelle loro supposte modificazioni del fluido elettrico: diranno, ch'esso si comporta di una maniera tutt'affatto particolare nelle stelle cadenti; che la forma e l'andamento che prende in quest'incontro, la funzione che vi esercita, i sintomi che ne nascono, son dissimili cotanto dall'ordinario, che detto fluido elettrico in certo modo più non si ravvisa per desso; che non è quindi maraviglia se a noi non riesce per qualsivoglia maniera, e con qualunque artificio d'imitarne i singolari effetti. Tutto questo son costretti di dire volendosi attenere all'elettricità. Ma è facile il vedere quanto sia gratuita e inammissibile tal supposizione. Del resto tanto varrebbe il dire, che l'elettricità così stranamente modificata non è più elettricità; che il fluido elettrico si stravisato, dell'indole sua e del nativo carattere spogliato, non è più fluido elettrico, ma tutt'altra cosa; e che però le stelle cadenti sono effetti di quest'altra cosa, che non si sa ancor intendere.

Ma diasi anche per possibile questo maraviglioso totale cangiamento di esteriori apparenze; accordinsi al fluido elettrico coteste nuove singolari funzioni, che appena uno si può immaginare; sia esso un vero proteo, dovrem giungere fino a concedere, ch'esso cangi d'indole e di natura a segno di non più affettare i migliori Conduttori che è la proprietà più caratteristica del

fluido elettrico? Quante volte non vediamo le stelle cadenti strisciare fin sopra il terreno tra pianta e pianta, e fin tralle case? Come va dunque, se altro non sono quelle che fluido elettrico, che non si gettano in questi corpi eminenti, i quali son certo migliori conduttori dell'aria comunque vaporosa? Sò che il P.^{re} BECCARIA allega uno o due casi, in cui è parso che la stella cadente andasse a perdersi appunto in un conduttore dell'elettricità atmosferica, in una spranga Frankliniana; ma che vale un caso o due che dee credersi accidentale, contro mille contrarj, contro l'esperienza giornaliera, che ci fa vedere le Stelle cadenti passar dritto, e seguire il loro non rapido cammino anche rasantemente i migliori conduttori, senza punto piegare o gettarsi sopra di essi? Dopo che tanti Conduttori atmosferici si sono eretti, quali unicamente a scarico delle nubi elettriche; e a sfogo innocuo delle folgori, il che spesse volte è accaduto anche visibilmente, di scendere cioè il fuoco fulmineo dalla nube sulla punta del conduttore Frankliniano, e perdersi intieramente in esso, e per esso, quali innoltre per le osservazioni elettrico-meteorologiche io non truovo notato ne' Giornali di tanti diligenti osservatori, che siano mai que' conduttori stati il bersaglio delle Stelle cadenti, come attesa la frequenza delle medesime avvenir dovea bene spesso, se anch'esse fossero della stessa natura del fuoco fulmineo delle nubi, cioè fuoco elettrico. Or a chi mi dicesse, che il fluido elettrico sotto la modificazione di Stella cadente non è più attratto da' conduttori dell'elettricità, e dalle punte, che più volentieri scorre per l'aria pacatamente, risponderei che tanto vale il dire, ch'esso non è più fluido elettrico, e che quelle Stelle non sono altrimenti fenomeni di elettricità. Invero cosa han mai di comune coi caratteri e le proprietà di queste?

Ma che saran dunque le Stelle cadenti, se non son fuoco elettrico? Io non lo sò. Confesso ancora, ch'è difficile, seguendo l'opinione comune, di concepire, che si formino e si dispongan nell'aria, massime agitata da vento (nel qual tempo son più frequenti tali meteore) [1] delle striscie lunghe e strette, quale appunto è la forma che prendono tali fiammelle, di materie sia accensibili, sia fosforiche semplicemente. Non men difficile è l'indovinare di qual natura e specie siano cotali materie; e come spontaneamente s'accendano, e brillino di quella bianca luce. Si pretende che lascino, allorchè vengono a finire in terra una sostanza viscida; ma nè ciò è bene avverato, nè molto meno sappiamo che cotal sostanza sia stata esaminata a dovere. Confesso pertanto, che quante volte ritorno su queste difficoltà, son tentato di aderire alla sentenza Beccariana, e cerco se sia possibile di assoggettare le stelle cadenti all'impero del fluido elettrico; ma poi incontrando difficoltà ancor maggiori da questa parte, quali sono le di sopra esposte, ed altre, son costretto mio

[1] Il Mns. a questo punto presenta, in aggiunta, una parola non decifrabile.

[Nota della Comm.].

malgrado a rinunciarvi [1]. Volendo ora passare dalle *Stelle cadenti* ai *Bolidi*, ossia globi ignei volanti, che son fenomeni forse dello stesso genere, ma tanto più insigni, mi si aprirebbe un largo campo; ma le angustie di tempo non mi permettono d'innoltrarmivi; onde rimetto un tal argomento ad altra occasione. Qui solo dirò, che questi Globi ignei, meno ancora delle *Stelle cadenti*, rassomigliano a fluido elettrico, che tragitti i vasti campi dell'Aria; e che quanto si discostano dalle apparenze solite, e dall'indole di tal fluido sottilissimo, attuosissimo, penetrantissimo, altrettanto sembra che si avvicinino all'indole di materie più crasse accensibili, e presentino i caratteri di una vera combustione [2].

*Penso dunque di poter conchiudere, che nè Stelle cadenti, nè Bolidi appartengano in alcun modo all'Elettricità, siccome non vi appartengono punto i Tremuoti, e le eruzioni vulcaniche; converrebbe io dico sconvolgere tutto per tirarli a forza nella sfera de' fenomeni elettrici. Non sia però, s'io ne li escludo assolutamente, chi mi accusi qual detrattore dell'Elettricità. Non v'è taccia, ch'io meriti meno di questa. Voi sapete, o Signori, com'io mi sono da molti anni applicato a questo bel ramo di naturale Scienza, che fu sempre il mio prediletto. Da qui cominciarono le mie mosse nello studio particolare della Fisica. È facile giudicare da ciò qual dovette essere in me l'impegno costante di estendere il dominio dell'Elettricità, e di farla il più che fosse possibile campeggiare, sull'esempio del P.^{ro} BECCARIA, le opere del quale furono la mia primaria scorta. Uno de' principali miei Studj infatti si fu l'applicazione della medesima alla Meteorologia. A quest'oggetto mi diedi tanta pena, e feci tante ricerche, per iscoprire l'origine e causa prossima dell'Elettricità naturale ossia atmosferica; cui finalmente mi riuscì di rinvenire nell'alternante formazione e condensazione dei vapori: provato avendo con nuove sperienze a tal fine instituite, come nel convertirsi l'acqua in vapore elastico viene per accresciuta capacità ad appropriarsi maggior dose di fluido elettrico a spese della Terra, e ne lo trasporta con sè all'alto; onde poi nel condensarsi e perdere la forma elastica, sia passando allo stato di vapor nebuloso, sia tornando a quello di liquido, ridotta essa acqua all'ordinaria sua capacità, trovasi ridondante di fluido elettrico, e tale si addimosta co' segni di elettricità *per eccesso*. Egli è dopo i segni da me ottenuti di elettricità *per difetto* ne' vasi isolati, da cui io facea a studio sfumare in vapori certa quantità d'acqua, che combinando queste colle osservazioni, ch'erano già state fatte per mezzo di convenienti apparecchj atmosferici, tanto sulla costante elettricità *per eccesso* che regna nelle regioni superiori dell'Aria, sia il Ciel sereno, sia ingombro di*

[1] A questo punto nel Mns. appaiono, in aggiunta, le seguenti parole: «giunto a questo luogo il mio Discorso letto nel 1790. io soggiungeva».

[Nota della Comm.].

[2] A questo punto nel Mns. appaiono, in aggiunta, le seguenti parole: «Questi pochi cenni».

[Nota della Comm.].

nebbie, sia finalmente coperto di un solo strato di nuvole (giacchè è fuori di proposito il caso di molti strati di nuvole, massime temporalesche, in cui avviene di aver segni eziandio di elettricità *per difetto*; la qual cosa si spiega benissimo colle leggi delle Atmosfere elettriche), quanto sul maggior vigore e frequenza di questi segni, in ragione che, le altre cose pari, fassi colassù, dove giungono i nostri fili esploratori, maggior condensazione di vapori; egli è, dico, dopo sì bel riscontro di prove, e di osservazioni, che vedesi piantato e stabilito il fondamento di una teorla sull'elettricità atmosferica, la quale lascerò ai Fisici il giudicare se, e quanto debba alle mie ricerche.

Checchè ne sia avrò sempre ragione di pretendere al titolo di buon servitore e seguace dell'Elettricità. Nè già debbo essere riputato infedele, e disertore de' suoi standardi, per ciò che non tutti i fenomeni meteorologici le sottometto forzatamente, in ispecie i *Bolidi*, e le *Stelle cadenti*. Quando oltre il dominio assoluto, che nessun le contende, sui temporali, co' tuoni e colle folgori suoi immediati effetti, le concedo anche quello non da tutti accordatole, sulle Aurore Boreali; e dippiù vengo di mia posta ad assegnarle quell'influenza nella formazione e condensazione de' vapori, di che or ora ho dato cenno, non avrò fatto abbastanza per lei? Nò: mi si ripete; le si vuol dare un egual impero assoluto, un dominio esclusivo sopra tutte le Meteore ignee; ed uno pur anco illimitato sulle altre Meteore acquee, enfatiche ec. come ha fatto BERTHOLON. Ma questo è troppo. Bisogna ben essere prevenuto, e non veder altro al mondo che elettricità, per accordarle tutto senza distinzione, senza limiti, come certi fanatici adoratori suoi, che i tremuoti pur anco, e fino le eruzioni vulcaniche, e la luce fosforica del Mare, fan produrre all'elettricità; che riguardano come figli di essa i *fuochi fatui*, e per poco non le attribuiscono anche gli così detti *Ambulones incendiarii*; e le fiamme dei terreni, e delle fontane ardenti; e quelle che sboccano talvolta da' sepolcri, e dalle latrine; tanto sono portati a vedere in ogni scintilla, in ogni vampa, in ogni fosforo, in ogni fiammella, che lampeggi in Cielo, o in terra, il loro fuoco elettrico, e null'altro che fuoco elettrico.

Io mi lusingo di essere stato egualmente cauto ed attento a guardarmi da simili eccessi, come dal derogare al giusto dominio, e influxo dell'Elettricità, che riconosco grande grandissimo, più forse che dalla comune dei Fisici non si crede. Perocchè se convenire non posso col P.^{re} BECCARIA, e con i molti o pochi suoi seguaci, e molto meno coll'Ab. BERTHOLON nel considerare l'elettricità qual principale, anzi unico agente, siccome delle Folgori, del Fuoco S. Elmo, che sono intieramente di sua ragione, ed anche delle Aurore Boreali, che è probabile che lo siano almeno in gran parte; così delle altre Meteore, e d'alcuni de' sopra accennati fenomeni, che manifestamente riconoscono altre più immediate cagioni; non ripugno però, anzi inclino più di molt'altri a riconoscerla dove qual causa concorrente, e dove qual feno-

meno concomitante. Concorre il fluido elettrico, secondo ch'io penso, alla formazione de' vapori elastici, in seno di cui si asconde, come provano le mie sperienze; coopera in seguito alla loro trasformazione in vapori vescicolari, e concorre a modellarsi in certo modo, sia gonfiandoli, sia formando intorno a ciascuna vescichetta una specie di atmosfera, o altrimenti. Influisce nella formazione della rugiada, e nel singolare andamento di essa, che si sperimenta elettrica *per eccesso*; concorre e influisce all'unione, e separazione delle nubi, sempre elettriche anch'esse; al scioglimento dell'è medesime in pioggia; alla configurazione delle stellette, e fiocchi di neve; alla formazione, sospensione, e ingrossamento della grandine ec. Concorre, dico, e influisce il fluido elettrico più o meno in queste operazioni e accidenti; che però non si deono intieramente, e neppure in massima parte a lui, bensì ad altre cause, che non occorre qui spiegare. Un fenomeno, in cui debbe avere molta parte, è quello delle Trombe, che FRANKLIN e BECCARIA con altri han cercato di spiegare colla sola Elettricità. Io però non posso riguardare le Trombe qual mero fenomeno elettrico; e penso, che molto ancora si debba ad una forza meccanica, ad un moto cioè turbinoso del vento, che lasciando una colonna d'aria sommamente diradata nel mezzo, fa, che vi s'innalzi, come per cavo tubo, l'acqua su cui posa, mentre un pezzo di nuvola discende, e si allunga in forma di cono ad incontrare la montagna sollevatasi. Che se c'interviene pure l'elettricità, se essa che domina nella nube procellosa promove efficacemente colla sua forte attrazione l'accostamento e riunione di quelle due masse d'acqua e di vapori, la cagion primaria della tromba è sempre il turbine. Del resto non son lontano dal credere, che sia talvolta l'elettricità de' vapori e delle nubi cagione essa primaria di certi soffj repentini di vento, massime in direzione perpendicolare all'orizzonte, o quasi perpendicolare; e di certi turbini: ma per questo sarà ogni vento un soffio elettrico? Lasciamolo dire al Sig. BERTHOLON. Finalmente nelle grandi eruzioni vulcaniche, prodotte visibilmente da infiammazioni sotterranee, in cui non posso credere aver parte alcuna l'elettricità come causa producente, sopravvivono nulla di meno de' fenomeni elettrici non men certi che strepitosi, i quali ci si manifestano con veri fulmini guizzanti che solcano la colonna de' vapori e fumi eruttati: la qual sopravveniente elettricità è una conseguenza necessaria della rapida formazione, e condensazione di quell'immensa copia di vapori, come dalle mie sperienze di sopra accennate può argomentarsi. È dunque qui l'elettricità un fenomeno susseguente o concomitante, e nulla più: e così dobbiam credere in altri incontri, in cui ne apparisse qualche segno, e. g. ne' tremuoti, negli Oragani ecc.

Giudicate ora, dottissimi ascoltatori, giudichi ogni equo estimatore delle cose, s'io sono in nulla ingiurioso all'elettricità, se non son anzi divotissimo di essa, e tanto più divoto e zelante del suo onore, quanto mi studio di tenere una giusta bilancia nel valutare il suo potere, una retta norma nell'assegnare

le parti di sua giurisdizione, e circoscrivere i limiti del suo dominio. In questo modo la bella, la nobile Scienza elettrica, mantenendo ferme e costanti le sue leggi, e inalterabili i dommi, che i Fisici colle loro indefesse ricerche sono giunti e stabilire, s'avvanzerà viemmeglio alla sua perfezione. Laddove col cercare, come alcuni partigiani poco avveduti fanno, di sottometterle de' fenomeni estranei; con attribuirle nuovi caratteri, e nuove sconosciute forze; col piegarla violentemente a delle modificazioni quanto ideali, altrettanto incompatibili colla vera indole del fuoco elettrico; col voler insomma ampliare oltre ogni termine la dottrina dell'Elettricità, anzichè onore e vantaggio, si viene a recare oltraggio alla sua purezza, e danno e impedimento ai suoi veri progressi.

Con questi pochi cenni da me avanzati venti e più anni sono non ho io forse preluso in qualche maniera, o non mi sono almeno avvicinato di molto alle meravigliose scoperte, alla nuova luminosa dottrina intorno ai Bolidi, che contraddette dapprima come cose affatto incredibili, fu in seguito da più e più avvenimenti e fatti incontrastabili stabilita e confermata, cioè che tali Bolidi, ossia globi volanti di fuoco, che compajono talvolta nell'aria, nè tanto di raro, e che anzi in questi ultimi anni, o perchè fossero realmente più frequenti tali apparizioni, o perchè vennero con più di attenzione e dotta curiosità osservati, porsero materia e soggetto di tanti e discorsi e scritti, sono, chi mai creduto l'avrebbe, pietre infocate, che cadono dal Cielo! Con escluderne affatto il fluido elettrico; con dire ch'io riguardava questi Bolidi piuttosto per materie crasse, con esprimermi così io intendeva bene che fossero corpi concreti, solidi, compatti, anzichè un volume di vapori ed esalazioni infiammabili o fosforiche, quali se lo figuravano la più parte de' Fisici. Vi erano però stati taluni, e sì di grande autorità, come il celeberrimo Fisico e Chimico Svedese BERGMANN, e il valente astronomo Inglese MASKELYNE, a cui piacque di considerare i Bolidi per corpi Cosmici, ossia più celesti che terrestri, estranei pure alla nostra Atmosfera, essendone stati veduti, secondo le loro osservazioni e calcoli, di molto superiori ad essa, ad un'altezza cioè di 200. 300. 400. e più miglia, mentre l'atmosfera terrestre non si vuole dai Fisici e dagli Astronomi estesa a più di 35. o 40: oltre i quali limiti o non v'è più aria di sorta, o vi si truova così rara, che è quanto agli effetti fisici sensibili come se punto non ve ne fosse e può al vuoto paragonarsi, non vi è, dico, propriamente più aria, ma solo qualche etere sottilissimo, e a lunghi tratti nell'immenso spazio la materia delle *nebulose*, intorno a cui, ci ha date tante belle osservazioni e sublimi idee il rinomatissimo HERSCHEL. Questi bolidi estranei e superiori di tanto alla nostra Atmosfera (i quali potrebbero essere stati formati anch'essi da questa stessa materia delle *nebulose*, come quel

grande astronomo vede ne' suoi magnifici concepimenti formati originariamente tutti gli astri già esistenti, e formarsene de' nuovi); questi Bolidi ora consistenti, e di solida materia si suppone che s'aggirino negli ampj spazj celesti attorno a qualche altro globo mondiale, a qualche astro più o men lontano, e che solo per accidente, e da forze perturbatrici deviati incontrandosi a minor distanza dalla terra, e penetrando molto addentro nella sfera di sua attrazione, e predominati da questa vi cadano alla fine attraversando l'aria più o meno obliquamente, infocati già prima, tali corpi, o accesi per questo stesso rapido tragitto.

Questa bella e grandiosa idea, questa chiara e semplice spiegazione, sebbene da pochi adottata parvemi fin d'allora molto plausibile, varj anni prima cioè, che il rinomato Fisico tedesco CHLADNI l'abbracciasse e rendesse vieppiù probabile con un opuscolo su tale soggetto scritto nel suo idioma e pubblicato a principio del 1794. appoggiandola a molti fatti antichi non solo, di cui si sarebbe potuto dubitare, e che tenuti erano infatti dai più per favolosi, ma ad alcuni ancora recenti, troppo bene avverati e incontrastabili, della caduta cioè delle sopraccennate pietre meteoriche in occasione della comparsa ed esplosione di siffatti globi di fuoco chiamati Bolidi. Alle esatte veridiche relazioni raccolte da CHLADNI, e riferite in questa sua bella operetta avrebbe egli potuto aggiugnere, se glie ne fosse pervenuta notizia in tempo, quella di un simile fenomeno accaduto quell'anno stesso 1794. nella nostra Italia, vicino a Siena, descrittoci dal Padre Abate SOLDANI, e da altri, ove moltissimi furono gli spettatori di tal fenomeno, e molte delle pietre cadute avanti ai loro occhi dietro la comparsa e luminoso tragitto del globo, e susseguente scoppio, vengero raccolte ancor calde e fumanti.

Non essendovi più dubbio riguardo alla realtà di tali pietre meteoriche, passiamo ad un'osservazione non poco importante, qual'è, che l'esame fattosi da esperti Fisici, Chimici, e Mineralogi di esse pietre state fino a quel tempo raccolte, come di moltissime altre in seguito (giacchè da quell'epoca si sono moltiplicati molto simili casi, o almeno moltiplicate le attente osservazioni de' medesimi, e ogn'anno se ne pubblicano delle esatte relazioni), un tale esame accurato e sottile ci presenta una struttura e composizione ben singolare e identica, o almeno molto analoga in tutte quelle che si confrontarono ed analizzarono a dovere: ci presenta cioè una fusione, e quasi vetrificazione superficiale con l'interna sostanza poco o nulla alterata dal fuoco, e composta da selce ed altre terre in varia dose, da più o meno di solfo, da molto ferro, in gran parte nativo, e da notabile quantità di Nikel, il qual metallo è così raro ad incontrarsi, e scarso nei nostri minerali terrestri: fra i quali è ancora da osservarsi, che nessuno ve n'ha, che rassomigli a detta composizione e struttura di tali pietre meteoriche, che mostransi uniche nella loro specie; onde non è possibile il crederle eruttate da Vulcani, come si è preteso da

alcuni, o lanciate in qualsiasi modo dalla nostra terra in aria, diverse troppo essendo come dalle comuni pietre, e minerali terrestri, così pure da prodotti vulcanici. O si son dunque formate in seno all'aria stessa atmosferica, sia per una semplice aggregazione delle loro molecole sparse in essa, sia per una specie di precipitazione, o cristallizzazione, come altri andarono in varie guise immaginando, e si argomentarono pur di spiegare, e taluni vorrebbero sostenere anche oggidì; o sono straniere o avventizie, procedendo da' spazj ben lontani e avendo prima vagato chi sa per quanto tempo in regioni al di là dell'Atmosfera e arrivando infine per accidente a visitar noi. Ora niuna di quelle spiegazioni cotanto ideali e vaghe, anzi pure forzate nella supposizione che siensi i meteoroliti, ossia le pietre di cui si tratta formate e coagulate in seno all'atmosfera nostra, nè tale supposizione per se stessa possono in verun modo adottarsi, nè difendersi da obbiezioni e difficoltà insormontabili. E primieramente come mai materie sì pesanti, terree, e metalliche, annoverate anzichè fra le volatili tralle più fisse, han potuto sublimarsi, e in tanta copia? Lungi essendo cotanto dall'assumere lo stato gasoso o vaporoso non avrebber potuto esser portate all'alto, e tanto in alto, che da forti straordinarie spinte: ma da quali, e come? E sostenersi poi in aria; e sì nei più sublimi strati, ov'è rarissima, e per tanto tempo, come? E' non basta già il sopporle sminuzzate all'estremo, e ridotte in finissima polvere: altro ci vuole; bisogna inventar nuove forze, far nascere nuovi accidenti, tirar in campo nuove supposizioni; delle quali supposizioni gratuite, per non dir peggio, non vi sarà più modo nè fine sostenendo tali paradossi. Ammesse poi anche cotali molecole di selce, di ferro, ecc. disseminate nell'aria delle basse e medie regioni atmosferiche, sarà egli possibile che salgano anche alle superne, ove non arrivano nemmeno i vapori acquei, e le esalazioni de' corpi più volatili, ed ove pur compajono, anzi veggonsi scendere da più alto, molti de' Bolidi? Ma diasi; come raccogliersi esse molecole, e formarsene corpi concreti, e di mole cotanto grandi, che fra i molti e frequenti che cadono dopo una o più esplosioni sofferte dal Bolide alcuni ve n'abbiano di cotali pezzi o frammenti del peso di qualche libbra, e più? Come mai, nella concrezione, la quale per rapida che si supponga, non può essere istantanea, nè può concepirsi che venga eseguita, e si compia in pochi minuti o secondi, non cadono giù a terra tali pietre meteoriche prima di giungere al peso di qualche oncia? Come si sostengono in aria fino ad acquistiar quello di una libbra, di 10, di 100. e più? Finalmente perchè non cadono giù dritte, e a piombo, invece di scendere, come fanno la maggior parte dei Bolidi avanti lo scoppio, molto obliquamente, percorrendo di traverso lunghi tratti dell'atmosfera? Onde traggono mai quella forza di proiezione, che combinata colla centripeta, ossia gravità terrestre, fa loro descrivere quell'obliquo curvo sentiero, per cui vengono da ultimo dopo una o più esplosioni, che li fa in pezzi, a dare sul

suolo? Tutte queste cose sono inconcepibili; e ripugnanti, per quanto conosciamo dei principj e delle leggi fisiche, e chimiche, e le cognizioni pur anco mineralogiche, e geologiche, ben lungi di essere favorevoli all'opinione che le pietre, di cui si tratta, i meteoroliti, (come or si chiamano invece di globi volanti di fuoco, o Bolidi, ch'eran detti prima), siano originarj del nostro globo terracqueo, innalzatisi cioè nell'atmosfera, sia in massa per via di qualche eruzione vulcanica o altrimenti, sia disagregati in minime parti, o ne' loro elementi, e quindi ricomposti, e fatti subitamente concreti in seno alla medesima atmosfera, salitivi insomma in un modo o nell'altro, poi messi non si sa come in un rapidissimo moto con direzione più o meno inclinata all'orizzonte, e accesi colassù, per ricadere infocati sul suolo: tutte queste cose, ripeto, sono inconcepibili, anzi pure assurde, e ripugnanti. Ma quello che dimostra più di tutto l'impossibilità assoluta di un'origine terrestre si è l'altezza sterminata a cui son comparsi molti dei Bolidi, altezza, che supera di gran lunga quella della nostra atmosfera, come abbiamo già sopra notato, seguendo MASKELYNE e BERGMANN.

Poichè dunque non può credersi, o sostenersi in alcun modo per tante insuperabili difficoltà, anzi per essere la cosa affatto impossibile, che siano i meteoroliti, indigeni, originarj cioè del nostro globo terracqueo, nè stanzianti per lungo tempo nell'atmosfera, altro non resta a dire, altro non si può immaginare, se non che siano, giusta l'altra sopra indicata opinione, estranei ed avventizj, provenienti da lungi, dalli spazj cioè mondiali; che siano, come si è detto, corpi cosmici, ossia celesti.

Or in questa supposizione, che finalmente dee tenersi per più che semplice ipotesi, e che non è poi così strana e portentosa, come è sembrata a molti; e alla quale altronde non si oppone alcuna legge nè fisica nè astronomica; in questa ipotesi capitale, a cui siamo per ultimo termine ridotti, e che dovrebbe quindi per necessità ammettersi quand'anche non avesse altri argomenti in favor suo, come ne ha di validi non meno che speciosi, varie ipotesi secondarie si possono formare, e si son formate di fatti. Farò qui parola soltanto delle principali e più plausibili, tralasciando quella troppo sublime, e diciam così trascendente che possano cioè i Bolidi essersi formati in seno e dalla materia delle *nebulose*, di che si è ^{fatto} dato un cenno più sopra.

Una di queste ipotesi più ammissibili proposta già da BERGMANN, da MASKELYNE, e da altri; adottata poi e sostenuta con più validi argomenti dal prelodato CHLADNI nel 1794. e in seguito, riguarda i meteoroliti quali piccioli astri coetanei ^{col} _{al} mondo, quai pianetucoli, o piuttosto minori comete, che ne' loro giri, in alcun tratto de' quali possiam supporre che s'accostino di molto all'orbita della nostra Terra, o la taglino ancora, s'imbattano una

volta o l'altra in esso globo terrestre, o nella sfera di sua attrazione in guisa che, predominati da questa vengano dall'ordinario loro corso deviati, ed obbligati ad entrare più o meno obliquamente nella nostra atmosfera; ivi poi s'accendono pel grande sfregamento coll'aria, e sua condensazione cagionati dal rapidissimo moto con cui l'attraversano risultante dalle forze composte di proiezione e di gravità, indicatoci benanche da quel fischio, o rombo, che sogliono menare a misura che giù scendono accelerando la loro caduta; finchè sviluppatasi per tal accensione nel loro seno copia di fluidi elastici e non potendovisi questi più contenere, scoppiano essi meteoroliti con una, o più esplosioni, e fatti in pezzi, e in brani inclinandosi sempre più vengono finalmente a dare in terra.

Un'altra ipotesi avanzata pochi anni sono dal grande Matematico e Fisico Francese LA PLACE, ci dà, che le pietre meteoriche possano provenire (e prova tal possibilità col calcolo) da eruzioni vulcaniche della Luna, che frequenti e grandiose si crede anche da altri astronomi osservatori diligentissimi di quell'astro più di tutti a noi vicino, che vi accadano; fra quali astronomi vuolsi con distinzione nominare ancora il celeberrimo scopritore HERSCHEL.

Non molto dissimile da questa si è l'opinione nota e invalsa da un'idea non meno felice che ardita dell'altro valente Astronomo Tedesco OLBERS. Questi dietro la strepitosa scoperta fatta dal nostro Astronomo Italiano PIAZZI del picciolo pianeta chiamato *Cerere*, ne scoperse, guidato appunto da tal sua idea e supposizione un altro, poi un altro ancora nella medesima regione, moventisi in orbite vicinissime tra loro, e poco inclinate l'una all'altra. L'idea pertanto, che gli era nata, e la supposizione, che quindi fece, e che venne in bel modo confermata, o almen resa più verisimile da tali successive scoperte, si è che tutti que' pianetucoli, cresciuti infino ad oggi al numero di quattro e ai quali si son dati i nomi di *Cerere*, *Giunone*, *Pallade*, e *Vesta* ed altri, che potrebbonsi scoprire in seguito in quella stessa regione (ai quali Pianeti minori il tante volte lodato HERSCHEL escludendoli appunto per la loro picciolezza e mutua prossimità dal rango de' veri Pianeti primarj, e non potendosi neppure annoverare tra satelliti, vorrebbe degradarli, e denominarli *asteroidi*): che tutti, dico tali pianetucoli siano altrettanti pezzi di un grosso pianeta, che venne infranto e fracassato per una catastrofe sofferta, per uno scoppio, a cui andò per avventura soggetto Dio sa quanti secoli addietro. Il quale grande pianeta pare per una certa simmetrica disposizione, e regolare distanza di tutti gli astri dal Sole, che dovesse realmente esistere, ed attrovarsi in quel vasto intervallo tra Marte e Saturno, come era già stato avvertito da altri Astronomi, segnatamente da LAMBERT ne' suoi opuscoli e lettere cosmologiche, che contengono molte belle e profonde viste.

A vero dire se ha del singolare e portentoso questa ipotesi, niente però

in essa ripugna, e l'idea concepita da **OLBERS** di un pianeta, o corpo celeste qualunque scoppiato, e fattosi in brani, per quanto paja ardita e fuori del naturale, è resa abbastanza verisimile dalla scoperta de' mentovati nuovi pianetucoli od asteroidi che voglian chiamarsi, fatta da lui dietro una tal supposizione, come già facemmo osservare; ed acquista maggiore probabilità, divenendo altresì più facile e feconda, dacchè il sommo Matematico Italiano **LA GRANGE**, a cui arrise molto cotal ipotesi si fece a provare con apposite formole dimostrative in una sua dotta Memoria su tal soggetto letta all'Istituto di Francia, e riportata anche nel Giornale di Fisica di **LAMETHERIE**, in qual maniera, e per quali scoppi di un pianeta o corpo celeste qualunque, totali o parziali, lanciati i pezzi e frantumi con maggiore o minor forza, in tale o tal direzione ecc. possano risulturne, quando altri pianeti, o satelliti, quando delle Comete, quando de' Bolidi: le quali formole indicate soltanto dal **LA GRANGE** piacque al nostro Socio **ORIANI** di esaminare, e sviluppare e dichiarò di averle trovate bene espresse e giuste in un rapporto che ne fece pochi mesi sono alla Classe delle Scienze Fisiche e Matematiche di questo nostro Istituto.

Ecco dunque quale può essere, ed è probabile che sia effettivamente la prima origine e provenienza dei meteoroliti, ossia Bolidi lapidiferi; i quali tutto concorre a persuaderci, che siano fenomeni astronomici, anzichè meteorologici, e che tali sol divengano dopo l'ingresso loro nella nostra atmosfera, e per quel tempo che impiegano a tragittare per essa, divampando, e scoppiando da ultimo più o men vicino alla terra, con che risolvonsi in quelle pietre, la caduta delle quali parve tanto portentosa, nè si volea credere pochi anni sono; finchè si moltiplicarono tanto i casi avvenuti, e le osservazioni, che non rimase più dubbio veruno presso i Fisici, e i non Fisici della realtà della cosa.

Al che soggiungo io, che neppur dubbio rimaner può sull'essere peregrini cotai Meteoroliti ed estranei alla nostra atmosfera, quand'anche non si volessero prodotti dallo scoppio di un pianeta, seguendo le idee qui innanzi indicate di **OLBERS** e di **LA GRANGE**, nè da eruzioni vulcaniche della Luna seguendo **LA PLACE**, potendo sussistere l'altra prima ipotesi di **CHLADNI**, e di altri, nella quale riguardansi i Bolidi, per corpi cosmici coetanei col mondo, e ancor belli e intieri, quali esistevano fin dappprincipio, e che allor solo si sfascino e rompano in pezzi, quando vengono a scoppiare vicino a terra.

Concludiamo, che qualunque ipotesi si abbracci quello ch'è indubitabile e sicuro, per tutte le ragioni e argomenti sopra addotti, si è, che non sono, nè esser possono i meteoroliti parti terrestri, nè atmosferici; e sicurissimo poi, che non sono in alcun modo fenomeni di Elettricità: ciò che particolarmente io avea preso a dimostrare.

Ritornando ora alle stelle cadenti, se, come pare, hanno esse molta simiglianza coi Bolidi, giacchè alcune di quelle più cospicue emulano per grandezza, luce, e durata, e nel modo di solcare l'atmosfera i veri Bolidi; e alcuni fra questi meno insigni, e poco appariscenti, non differiscono molto da siffatte stelle, comparando essi pure nulla più che fiammelle placidamente trascorrenti, se in una parola si va per gradi dalle più picciole stelle cadenti ai più grandi bolidi, saremo facilmente indotti a credere, che siano questi e quelle di una natura analoga, o a dir più giusto in tutto identici, cioè le stelle cadenti piccioli Bolidi, e i Bolidi grandi stelle cadenti; e quindi ritenuta per probabilissima l'origine de' Bolidi dallo scoppio di qualche astro picciol o grande, o da eruzioni lunari, probabile puranche crederemo la provenienza delle stelle cadenti dalla stessa origine. Non è difficile infatti il concepire, che sian queste i piccioli frammenti, e minuzzoli, il tritume, diciam così, prodotti da esplosioni simili a quelle, che formano i Bolidi, frammenti lanciati quà e là in tutte le direzioni. Cotai minuti rottami, cotai Bolidi esili, sparsi e disseminati in molto più grande copia che i grandi negli ampj ^{campi} celesti, ^{spazj} e aggirantisi in diverse orbite attorno a questo e a quell'astro, rimangono per la distanza a noi invisibili, fino a che imbattendosi, come accade anche ai Bolidi maggiori, nel nostro globo o vicini ad esso, vinti dalla gravità terrestre piegano verso di lui e penetrando nell'area atmosfera vi s'accendono per lo sfregamento e compressione dell'aria, come si è già sopra spiegato.

Una curiosa riflessione mi si presenta quì, ed è, che il nome volgare di *stelle cadenti*, preso da ciò che appare all'occhio, converrebbe pur bene nell'ipotesi, di cui si tratta, a cotesti corpi, che giù scendono per l'aria quai lucidi globetti, o fiaccolette vagamente striscianti, converrebbe, dico, tal nome non solo per l'apparenza, ma ben anche per la sostanza: sebben propriamente dovrebbero dirsi piuttosto che stelle pezzi, o frammenti di stelle. I Tedeschi li chiamano leggiadramente in loro lingua col nome di *Sternschnuppen*, che significa *smoccolature di stelle*.

Esposta così l'ipotesi, che più ci piace di adottare sull'origine e natura, come dei Bolidi, così delle Stelle cadenti, e gli argomenti che la rendono verisimile; ragion vorrebbe, che esponessi ancora le difficoltà, che si presentano, e le obbjezioni che far le si possono; le quali se non mi riuscisse di levare, o sciogliere in qualche modo rimarrebbe tal ipotesi con tutto quel corredo di argomenti, e belle induzioni inammissibile. Ora confiderei io bene di riuscire a dovere, e di dare con ciò maggior risalto ad essa ipotesi, ma andrebbe troppo in lungo questo già prolisso ragionamento, e abuserei della vostra sofferenza.

Riserbo dunque ad altr^{o tempo} tal discussione; tanto più che il mio
a opportunità

assunto in oggi era soltanto di provare, che i fenomeni in questione sono tutt'altro che fenomeni elettrici: al qual impegno mi pare di aver soddisfatto abbondantemente colle ragioni ed osservazioni più sopra addotte. Concludere dobbiamo adunque, e tener per fermo, che nè Stelle cadenti, nè Bolidi [¹]

[¹] *Qui termina il Mss.*

[Nota della Comm.].

CII.

SUL PERIODO DE' TEMPORALI

E SUL VENTO FREDDISSIMO ED ISTRAORDINARIAMENTE SECCO CHE SI
FA SENTIRE MOLTE ORE DOPO A QUELLI CHE SCARICARONO GRANDINE

LETTERA I.

DEL SIG. CONTE ALESSANDRO VOLTA

DIRETTORE DELLA FACOLTÀ FILOSOFICA DELLA R. C. UNIVERSITÀ DI PAVIA

AL SIG. P. CONFIGLIACHI

PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE NELL'UNIVERSITÀ MEDESIMA

1787 - 1817.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Giorn. Fis., T. X, 1817, pg. 17.
Ant. Coll., T. I, P. II. pg. 498.
Tipografia Libreria Manini, Milano, 1824
(per cura del canonico Bellani, a se-
guito della Memoria sulla grandine).

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: K 26.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da K 26 e da Br. Giorn. Fis.

DATA: la prima redazione, in francese, di questa memoria, di forma epistolare, ritrovasi in I 36 (vedasi il N° XC), epperò risale al 1787; una sua successiva redazione, in italiano, la si ha, in parte, in K 26, che è un brano di un discorso pronunciato dal V. all'Università di Pavia il 3 maggio 1790: la prima pubblicazione di questa memoria ebbe luogo invece abbastanza tardi, e cioè nel 1817, in Br. Giorn. Fis.

Br. Giorn. Fis.: salvo qualche variazione, rifusione ed aggiunta, costituisce la traduzione di I 36, da foglio 12 pg. 2 a foglio 15 pg. 1 (vedasi N° XC ove I 36 è pubblicato).

K 26: è l'ultima parte della redazione autografa di un discorso sul periodo dei temporali, tenuto dal V. all'Università di Pavia, il 3 maggio 1790, in occasione della promozione di tre candidati. Si presenta come la traduzione di I 36, da foglio 14 pg. 2 a foglio 15 pag. 1, con due aggiunte in più, che lo rendono conforme alla fine della memoria che qui si pubblica. K 26 presenta poi cancellata, con un tratto di penna, la chiusa del discorso; ad esso poi sono uniti due fogli, scritti di mano del Configliachi, i quali portano l'introduzione della memoria e le due note che accompagnano la memoria stessa.

Questo Mns. era posseduto dai Signori fratelli prof. Luigi e dott. Eugenio Brugnatelli, i quali l'offrirono in dono al R. Ist. Lombardo.

Eccovi, Amico, altre mie osservazioni ed idee intorno alla *Meteorologia elettrica* (a), a cui sono stato condotto, dacchè a questa amena parte della fisica particolare, che ancora presenta ubertosa messe a cogliersi, impresi a consacrare le mie ricerche. Quando ferierete dalla cattedra a cui mi succedeste, e meco vicino farete dimora sulle belle sponde del nostro Lario all'ombra della vostra deliziosa *Succota* che in esso si specchia, meglio d'ogn'altro potrete osservare ciò ch'io vidi ed ora vi scrivo, e confermare così le conseguenze che da quelle osservazioni ho più volte derivato.

Alcuni sintomi de' Temporalì, e specialmente la formazione e sospensione della grandine per tutto quel tempo, che è necessario all'ingrossamento sovente cotanto considerabile de' suoi grani, furono il soggetto di altri^[1] miei discorsi. Ora su d'altri sintomi ed effetti susseguenti ai medesimi temporalì, e specialmente d'uno mi propongo d'intrattenervi, che darà luogo allo sviluppo di molte nuove idee.

Questo sintoma invero mirabile, se vi si riflette, è un certo periodo giornaliero e locale, che affettano i temporalì: e voglio indicare con ciò quella tendenza che hanno a ricomparire molti giorni di seguito, circa le ore medesime, e, che più è, nel luogo preciso ove son comparsi da prima. Bisogna^[2] abitare un paese di montagne, singolarmente nelle vicinanze dei Laghi, com'è quello ove noi passiamo per lo più l'estate, ove i temporalì sono frequentissimi per

(a) La presente lettera, che speriamo di potere far seguire da alcune altre scritte dal celebratissimo nostro Volta intorno a diversi argomenti di fisica particolare, deve riguardarsi come una continuazione delle sue *X. Memorie sulla Meteorologia elettrica*. Le prime IX. sono le nove lettere dirette dal Volta al defunto chiarissimo fisico LICHTENBERG Prof. a Gottinga, già pubblicate nella *Biblioteca Fisica* d'Europa stampata in Pavia dal Prof. BRUGNATELLI cominciando dall'anno 1788: la X. poi è quella *sulla formazione della grandine* stata inserita nel I. Vol. di questo Giornale, cioè nell'anno 1808.

[1] Un foglio unito a K 26 presenta, autografa del Configliachi, l'introduzione sino a questo punto, e la precedente nota (a). [Nota della Comm.].

[2] A cominciare da questo punto comincia l'accordo con I 36, foglio 12, pg. 2.

[Nota della Comm.].

tutto il corso della primavera e dell'estate, e quasi cotidiani il mese di Giugno e una parte di Luglio, bisogna dico, abitare Como, e i dintorni del Lario e del Verbano, Varese, Lugano, Lecco, e tutto il monte di Brianza, Bergamo ec. per convincersi di cotal periodo, e fissazione dirò così de' temporali a tal luogo o a tal altro, a questa o a quella valle, o gola di montagne. Fate che jeri si sia sollevato circa le ore del mezzodì un temporale dal fondo di una certa valle, o là in quella gola, e che poi svanito con o senza scrosci di pioggia sia ricomparso in sulla sera il bel sereno, il qual duri ancora questa mattina. Ad onta di una sì bella apparenza aspettatevi pure verso le stesse ore del mezzodì o poco dopo de' nuvoloni scuri manifestamente temporaleschi, che formerannosi, e sorgeranno là entro l'istessa valle o gola, e o rimanendo ivi confinati, od anche fuori uscendo, ecciteranno una tempesta come il giorno precedente. Lo stesso avverrà presso a poco domani, e ne' giorni seguenti: sempre nasceranno le nubi temporalesche verso l'ora notata, e avran sede nell'indicata valle piuttosto che in altre; fino a che non sopraggiunga qualche vento, o altro cambiamento considerabile nell'atmosfera, il quale turbi quella qualunque siasi disposizione a riprodurre i temporali.

Nè già si creda, che cotal disposizione sia locale, in quanto che quella valle o gola di monti abbia per se stessa maggior attitudine a dar nascita, e ricetto ai temporali; giacchè da qui a pochi giorni forse intavolandosi un'altra serie similmente periodica di temporali, non sarà più questa, ma un'altra valle (forse una delle vicine, o forse l'opposta) la culla e il campo ove sorgeranno le altre nubi temporalesche. Bisogna dunque ripetere la causa della novella formazione de' temporali nel luogo marcato, più che dalla costituzione locale qual è la posizione delle montagne ec., da una modificazione indotta nell'aria soprastante dal temporale del giorno precedente: la quale modificazione durevole anche dopo il rasserenamento, e dopo un giorno intero, cercheremo tra poco qual sia.

Io non so se altri Fisici abbiano osservato, e descritto siffatto ritorno periodico e locale dei temporali, ossia cotai temporali parziali ne' luoghi massimamente circondati da più vallate. Quel che posso dire è, che nulla ho appreso da loro sopra questo articolo, ma tutto dalle mie proprie osservazioni. Confesserò dunque, che allorquando cominciai, son già molti anni, a rimarcare un tal fenomeno, non ne rimasi da prima tanto colpito, quanto lo fui in seguito, che osservandolo più attentamente, lo trovai molto più costante di quello mi era parso al principio. E quante volte e in quante maniere non mi son io tormentato, ma sempre in vano, per ritrovarne una spiegazione soddisfacente? Fingea p. e. il ritorno periodico di un vento particolare, o di più venti nel luogo indicato: ma che faceva io ancora con ciò, se non supporre un altro effetto modificato esso pure periodicamente, per causa de' temporali periodici? Sarebbe stato mestieri trovare una ragione di questo vento locale,

o stuolo di venti di tal natura, e che arriva appunto in quel dato tempo: oltrechè restava ancora a spiegarsi (cosa ben difficile) come si comportasse, e agisse questo vento, o stuolo di venti supposto, per formar di nuovo e raccogliere nell'indicato luogo le nubi temporalesche.

Non è dunque, che dopo aver unito, grazie alle novelle scoperte in fatto di elettricità atmosferica, un più gran numero di cognizioni, e particolarmente da che, avendo portato in questi ultimi anni tutta la mia attenzione alla Meteorologia elettrica, ho meditato di nuovo sopra questo fenomeno non men curioso che interessante del ritorno periodico dei temporali a quel luogo che han cominciato ad occupare; non è, dico, se non dopo tali scoperte e meditazioni, che mi credo abbastanza ammaestrato per ardire di avanzare una spiegazione.

Vedendosi comparire, e uscir fuori dopo ristabilito il bel sereno un nuovo temporale, colà precisamente, dove sorse ed ebbe sua principal sede il giorno precedente, concludere ne dobbiamo, che un temporale, tuttochè disciolto e terminato intieramente, lascia indietro qualche cosa, cioè una modificazione e disposizione particolare a quella colonna d'aria in cui campeggiò: modificazione, che diviene fondo, eccitamento, e, se si può dire, germe di un nuovo temporale. Ma quale mai può essere codesta modificazione? Non se ne può concepire altra, fuorchè una di queste due, od uno stato elettrico particolare e permanente di essa colonna d'aria, od un cambiamento considerabile ed egualmente durevole della sua temperatura. Or io penso, che e l'uno e l'altro abbia luogo, e concorrano alla produzione del fenomeno di cui si tratta.

E primieramente riguardo allo stato elettrico, lasciando per ora, che le osservazioni mie coll'elettroscopio atmosferico sembrano almeno confermare l'idea, che io mi son fatta di un'elettricità straordinaria affissa all'aria, che fu campo di battaglia di un temporale, avendo ordinariamente trovato i segni dell'elettricità dell'aria sebben serena considerabilmente più forti ne' giorni che succedevano ai temporali stati perpendicolari o quasi nel luogo dell'osservazione, lasciando, dico, tali osservazioni, che non sono ancora nè in sì gran numero, nè sì decise come vorrei (a), la sola riflessione bastar potrebbe a persuadercene. È facile di concepire infatti, che quella colonna d'aria, cui ha attraversato la pioggia temporalesca, ed ha dovuto elettrizzare, tanto per la comunicazione di quella forte elettricità, onde ogni pioggia di questa sorte è animata, quanto per la produzione di una nuova elettricità dovuta alla caduta impetuosa della medesima, giusta la scoperta del Sig. TRALLES della vigorosa elettricità eccitata dalle forti e copiose cascate d'acqua, sulla quale scoperta e su di alcune applicazioni alla Meteorologia elettrica scrissi e vi parlai altre volte, è facile, dico, il concepire, che codesta colonna d'aria

(a) V. la nota del P. CONFIGLIACHI posta in fine di questa lettera.

battuta dal temporale e dalla pioggia possa ritenere per lo spazio di un giorno intiero ed anche più tal forza di elettricità, onde attrarre i vapori sparsi, e caricarsene a preferenza delle altre colonne circonvicine, in cui l'elettricità non è che l'ordinaria di ciel sereno, epperò assai più debole. Aggiungasi a ciò, che il terreno bagnato dalla detta pioggia del temporale precedente deve pur somministrare, quando il sole del mezzodì verrà a riscaldarlo bene, alla stessa colonna d'aria che gli sta sopra, dei vapori in maggior copia, che alle altre colonne. Ecco pertanto un fondo ricco, ecco la sorgente di una nuova elettricità assai forte, che sarà infallibilmente prodotta (giusta la mia teoria altre volte esposta ed oggigiorno comunemente abbracciata sull'origine dell'elettricità atmosferica), allorchè codesti vapori fin qui elastici e trasparenti raccolti nella colonna d'aria che stiam considerando, e ammassati oltre il termine di sua saturazione, si trasformeranno quindi in vapori vescicolari, in nebbie, o nuvoli; e questi tanto più densi, quanto che non cessano, per le ora addotte ragioni, di sopravvenire altri ed altri vapori ed accumularsi nel medesimo spazio, e che un'altra causa concorre potentemente alla loro condensazione.

Questa causa è la temperatura straordinariamente fredda, che ha dovuto contrarre l'anzidetta colonna d'aria, seconda delle cagioni da me assegnate per il ritorno de' temporali al luogo marcato. E realmente tutta questa colonna d'aria debbe trovarsi oggi ancora molto raffreddata, in conseguenza del temporale di jeri, soprattutto a quell'altezza, ove le nubi temporalesche eran sospese e passeggiavano. Queste nubi ghiacciate, o quasi ghiacciate, alcune delle quali zeppe di grandine bella e formata, o vicina a formarsi, han dovuto lasciare presso a poco la medesima temperatura, fredda cioè egualmente o quasi, allo strato d'aria, che occuparon lungo tempo, e che si trova perciò molto più disposto, che gli altri strati e colonne a condensare in forma di dense nubi e scure i nuovi vapori, che incessantemente vi confluiscono, come poco innanzi spiegavamo.

Ecco come nasce il primo nuvolone nel sito indicato, rimanendo il resto dell'orizzonte pur anche sereno: nuvolone, che diviene di più in più fosco e nero a vista d'occhio, mercè di una nuova collezione e condensazione di vapori. Ecco il temporale già nato e cominciato, il qual crescendo, e divenendo adulto potrà menare strepito, senza quasi sortire dalla valle ove ebbe nascimento e culla, come ha fatto per avventura il temporale del giorno precedente, oppure distendersi fuori di essa e ingombrare molta parte di cielo, secondo le circostanze.

E qui farò osservare che talvolta, anzi non di rado, compajono soltanto nel luogo indicato i primi indizj di temporale, qualche nuvolone scuro cioè, qualche lampo e tuono, e questi neppur sempre; indi tutto si discioglie e svanisce. Ciò però basta per comprovare che ivi è rimasta quella disposizione

a riprodurre i temporali, di cui parliamo: checchè ne sia poi, che la minaccia del temporale, anzi esso già in qualche modo incominciato si dilegui per qualche causa accidentale sopravvenuta, p. e. di qualche vento irregolare, od altro. Le varie circostanze dunque, e assolutamente incalcolabili, possono o tener confinato il temporale nella valle ove è nato, o trarnelo fuori ed ampliarlo più o meno, o dissiparlo non anco ben formato; ma resta sempre nel luogo ove è sorto un temporale una manifesta tendenza, a formarsene il giorno appresso un nuovo, vuo' dire da quell'istessa parte, entro a quell'istessa valle o gola di montagne: ivi par che vi sia un tale strato d'aria, che diventi volentieri centro o base d'altro temporale; e sì veramente v'è: ed io lo ravviso in quella colonna e strato, in cui è rimasta stampata dirò così l'elettricità del temporale precedente, e più di tutto la glaciale sua freddezza.

Per dire del qual raffreddamento d'aria ancora qualche cosa, produrrò un altro sintomo osservabilissimo dei temporali, ossia un effetto che siegue dappresso alcuni; il qual fenomeno più che altra cosa serve a dimostrarci che tale raffreddamento durevole di quello strato d'aria, che è stato il campo di battaglia d'un forte temporale, non è meramente supposto, ma reale. Quante volte non proviamo noi, anche nel cuor dell'estate, dopo uno di cotesti temporali, singolarmente se è succeduta scarica di grandine, un fresco eccessivo portato da un vento, che soffia dalla plaga medesima, ove ha inferito il temporale? E a quanta ampiezza non si estende sovente cotal vento, e cotal freddo; e quanto non durano? Certamente non si può attribuire tutto questo effetto ad una semplice comunicazione fatta all'aria ambiente del freddo della grandine caduta, la quale è talvolta in quantità non molto grande, e altronde non dura sì lungo tempo sulla terra, ed è già tutta fusa, che il vento gelato continua ancora. Bisogna dunque, che quest'eccesso di freddo venga d'altronde; e d'onde può mai immaginarsi che venga, se non da quello strato superiore d'aria, in cui si è formato il temporale, e che è stato grandemente raffreddato dal medesimo, specialmente dalle nuvole grandinose, che vi rimasero lunga pezza sospese ec.?

Fa bisogno, a vero dire, per dar materia a un vento così freddo, e di così tanta durata, che spesso soffia più giorni, di una gran massa d'aria raffreddata prodigiosamente, e per così dire ghiacciata. Ciò però non mi spaventa; giacchè io non credo di passare i limiti d'una supposizione ragionevole, col tenere che un temporale, il quale abbia versato della grandine in abbondanza, abbia potuto altresì raffreddare fino al punto della congelazione, o lì presso, un volume d'aria di più milioni di tese cubiche, anzi più centinaia e migliaia di milioni.

Vidi in uno degli scorsi anni un temporale a Como, che coprì di alta grandine ben 600 miglia quadrati di paese, o 2500 milioni di tese quadrate; cosicchè dando alle nubi temporalesche per tutta questa estensione niente più di 10

tese di grossezza, avremmo 25 mila milioni di tese cubiche d'aria occupata da sì sterminato temporale. Ma nostro soggetto sono non i temporali cotanto ampj ed universali, bensì i parziali, molto meno estesi cioè, e che son confinati es. gr. entro una valle, o almeno non occupano che una parte dell'orizzonte, e i quali lasciano a questa parte medesima, a quella colonna e strato d'aria, che è stata particolare loro sede, una disposizione singolare, onde vi si riproducano de' nuovi temporali. Or bene la massa d'aria da essi occupata in vece di 25 mila milioni calcoliamola di 1000 o di 500 milioni solamente di tese cubiche; e non sarà ancora ciò abbastanza, ove tutta questa massa d'aria sia stata fortemente raffreddata, per mantenere il vento fresco, che siegue quasi sempre ai temporali, a quelli segnatamente che hanno scaricata grandine, e che dura assai lungo tempo dopo?

Del resto non è difficile il comprendere in qual maniera un tal vento è prodotto, passato il temporale, qualche volta immediatamente dopo, ma più sovente alcune ore appresso, o il giorno seguente. Basta riflettere, che la massa d'aria, la quale è stata la sede del temporale, e ne ha concepito un freddo straordinario, come si è detto, si è condensata in proporzione: or se tale condensazione operata dal freddo arriva al segno, che, malgrado la minore pressione atmosferica che sopporta, sia resa specificamente più pesante degli strati inferiori vicini a terra (ciò che può benissimo succedere, e conviene che infatti succeda allorchè si è formata della grandine freddissima e in abbondanza), allora questa massa o porzione di colonna d'aria discende, e discendendo comincia a spingere lateralmente tutt'intorno l'aria vicina alla terra, sì che è obbligata a prendere un moto orizzontale: tosto l'aria fredda medesima che calò giù prende a seguire questa medesima direzione, a misura che acquistando essa un poco di calore si dilata. Ecco ciò che fa nascere, e mantiene la corrente d'aria, il vento freschissimo, di cui si tratta; il qual vento sarebbe molto più freddo ancora, e toccherebbe, e oltrepasserebbe il termine della congelazione, ben anche nel cuor dell'estate, se non fosse ch'ei si riscalda quaggiù di tanto, quanto leva di calore a questa umile regione, cui riduce nonchè ad un fresco, ad un freddo talvolta incomodo.

Ma d'onde viene, che questo vento non comincia quasi mai a spirare immediatamente dopo la scarica della grandine, e neppur tosto finito il temporale, e che non di rado tarda un giorno? Senza parlare di molte cagioni straniere e accidentali, che possono mescolarvisi, una ne scopro, o almen parmi di vederla, che trovasi legata col temporale medesimo; ed ecco qual'è: subito dopo la pioggia temporalesca o la grandine, la parte inferiore della colonna d'aria è anch'essa considerabilmente raffreddata, e condensata, di maniera che lo strato superiore quantunque più freddo, non lo è di moltissimo, e quindi non ha quella densità, quell'eccesso di gravità specifica, che gli è necessario per precipitare al basso, e sloggiarne l'aria inferiore: il che ha

luogo solamente molte ore dopo, allorchè l'aria in vicinanza della terra, e massime coll'azione del nuovo sole, si è riscaldata e rarefatta sufficientemente, mentre lo strato superiore conserva in un colla sua rigidissima temperatura quella densità straordinaria, che lo rende malgrado la minor pressione che soffre da una colonna atmosferica tanto più corta, vieppiù denso e pesante degli strati inferiori vicini a terra.

L'osservazione seguente è al sommo favorevole a questa mia idea, che il vento freddo, il quale soffia dal luogo ove più ha dominato il temporale e massime allorchè si è sciolto in grandine, non è già formato di alcun'aria della bassa regione, bensì ^[1] di una gran massa della medesima, che scende dalla regione superiore. Questo vento è d'ordinario secchissimo, soprattutto in seguito alla grandine. Ho veduto una volta l'Igrometro a capello del Sig. DI SAUSSURE, segnare per uno di questi venti succeduti a un temporale con grandine 50 gradi, e più altre volte 60 e 65; quando, eccettuato che spirino certe tramontane, è ben raro che il medesimo Igrometro segni meno di 70 gradi di umido, e per lo più sta sopra gli 80. Ora non si può concepire come dovesse esser tanto secco un tal vento, quando fosse formato dello strato d'aria vicino alla terra appunto bagnata dianzi dal temporale: dovrebbe essere al contrario molto umido, tanto più che il freddo ridurrebbe quell'aria sempre più vicina al termine di *saturazione*.

Ma nella supposizione, che il vento di cui si tratta sia prodotto, com'io credo, da una massa d'aria, che si lascia giù dall'alto, e indi spargesi da tutti i lati orizzontalmente, non v'è più difficoltà a concepire che debba essere straordinariamente secco, e il tutto cammina a meraviglia, dacchè imparato abbiamo dalle osservazioni di DE LUC, di SAUSSURE, e di altri, che l'aria all'alto trovasi per lo più molto secca: or essendo eziandio, come si sa, molto più fredda che al basso, non può a meno scendendo ed avvicinandosi alla terra, di divenire a misura che si riscalda, sensibilmente più secca, quando però non riceva una troppo grande quantità di vapori dalla terra umida: il che non ha luogo allorchè formando una corrente sufficientemente rapida, come nel nostro caso, si rinnova tal'aria prontamente, sopravvenendone di continuo dall'alto.

Quantunque siano principalmente i temporali, che versan grandine in copia, quelli, che raffreddano a un sì alto segno lo strato d'aria da essi occupato, e dan luogo con ciò a quella colonna discendente, che si ripiega sulla terra, forma, e mantiene il vento freschissimo qui sopra descritto; è nulla di meno facile il concepire, che la medesima cosa può succedere anche per altri temporali senza gragnuola, le nubi dei quali però, come credo che avvenga

[1] Qui comincia K 26, che contiene l'ultima parte di questa memoria.

[Nota della Comm.].

sempre o quasi sempre, sono andate vicino al termine della congelazione, e l'hanno fors'anco toccato, ed han formato i primi embrioni della grandine, o de' piccoli grani, i quali non son giunti fino a terra in questa forma, per essere stati fusi durante la loro caduta.

Che se lo strato d'aria, in cui stettero sospese le nubi temporalesche non ha sofferto un raffreddamento abbastanza grande per divenire specificamente più grave dell'aria della bassa regione; oppure altre cause si oppongano alla discesa di tal massa di aria comunque raffreddata molto, il vento di cui si tratta, vuo' dire quel vento freddissimo, straordinariamente secco, e più o men durevole, che viene in seguito ai temporali massime grandinosi, de' quali poco fa parlavamo, e che parte, come da centro, dal luogo ove più ha dominato, tal vento, dico, non succederà (chechè sia di qualche altro vento locale e passeggero, al quale l'istesso temporale può dar moto in altra maniera, e di cui ora non cerco). Allora quella massa d'aria fortemente raffreddata, e se non gelata poco meno, rimanendo a suo luogo in alto, eccola fatta centro di condensazione dei vapori, che il sole alzerà da terra l'indomani, soprattutto verso le ore del mezzodì: ecco il germe, e la base del nuovo temporale, che va a formarvisi, e di molti altri, che si succederanno periodicamente o proveranno di formarsi molti giorni di seguito, in questo stesso campo di battaglia, come ho di sopra spiegato.

In conferma di che mi giova il farvi osservare, che un tal ritorno ossia riproduzione de' temporali al medesimo luogo è molto più probabile che siegua allorchè al temporale succede la calma, talchè il vento freddo e continuo, di cui parlavamo, non abbia luogo, senza dubbio perchè la massa d'aria raffreddata restando allora tutt'intera e immobile colà alto dov'era, ritiene meglio, e più lungo tempo tanto l'elettrico, di cui venne impregnata, quanto il freddo occasionato dal temporale precedente: che sono le due cause da me fin da principio assegnate del riprodursi i temporali, e dell'affettare che fanno il medesimo sito, cioè quello battuto il giorno prima. Egli non è raro di vedere per una serie di giorni sorgere sempre un temporale, presso a poco all'ora medesima, e sempre dalla stessa parte, nella stessa valle segnata; fintantochè non fanno grande strepito tali temporali almen di grandine, e finchè non vien loro dietro il sopradescritto vento freddissimo, o almeno non è questo durevole; che poi sfogando il temporale con più fracasso di fredda pioggia dirotta, e massime di grandine, e venendo appresso a tale scarica il menzionato vento, che prende possesso il giorno dopo, è sciolta per un pezzo (Dio voglia con poco danno delle campagne sottoposte) quella triste catena di temporali periodici.

Intorno al qual periodo non mi resta più che a dirvi una parola rapporto all'ora, che sembrano tener fissa questi quotidiani temporali; dirò dunque, che non è già fissa e costante con precisione, e che in generale solamente pare, che si combinino a comparire tai temporali verso il mezzodì, o poco dopo;

del che è facile a comprendersi la ragione, considerando che debba accadere in quelle ore appunto più calde anzichè in altre, nelle quali i vapori elevati dal sole arrivano a sufficiente altezza, e in copia abbastanza grande per formare i nuvoli tempestosi (a).

(a) Ammaestrato da queste riflessioni del nostro Volta non lasciai andar perdute le favorevoli occasioni per istituire esperienze ed osservazioni ad esse analoghe, ed allora principalmente che dimorava per più giorni d'estate sulla cima de' nostri monti che fiancheggiano il Lario ed il Ceresio. Posso perciò accertare i fisici, che la tensione elettrica dell'atmosfera ne' dì sereni in que' luoghi, dove nel giorno antecedente si fissò un nembo tempestoso, è molto più gagliarda dell'ordinario. Vidi più volte le pagliette o pendolini del nostro Elettrometro atmosferico andar a battere le pareti dello strumento senza che ad esso vi fosse aggiunto il lume o zolfanello acceso, e durevoli più volte vi osservai per molti minuti i segni elettrici: fenomeni che non si scorgono ordinariamente negli altri giorni sereni, ne' quali *debolissima* è la tensione elettrica, e non mai *permanente* negli elettrometri, nei quali è semplicemente *indotta* o di *pressione*. Pel fortissimo stato elettrico dell'atmosfera che sperimentai in un giorno sereno, che era stato preceduto da gagliardo temporale, trovandomi sulla vetta del monte *Generoso* predissi una vicina tempesta, e fui fatalmente indovino, mentre nel dopo pranzo di quel dì discendendo dal monte potei a stento co' miei compagni poco prima increduli ripararmi in una capanna a mezzo il cammino dalla grandine che cadde in gran copia.

Per ciò poi che riguarda la fredda e permanente temperatura nelle colonne d'aria, che furono la sede del temporale, non occorre l'aggiungervi altre prove. Tutti i viaggiatori dei monti sperimentano spessissimo questo fenomeno, passando solamente da una valle ad un'altra, sebben di poco fra loro discoste. Solo dirò in conferma del *periodo* dal Volta osservato, che nel 1814 la valle sopra *Lemna* e *Molina*, terre poco lontane dalla *Pliniana*, valle che stendesi con altre a formare il piano rinomato del *Tuvano* o *Tivano*, per quattordici giorni consecutivi fu la culla di altrettanti temporali: dal suo seno ogni giorno, e presso che alla stessa ora dopo il mezzodì sorgeva il primo nuvolo, che di poco dilatato stendevasi all'intorno del sito natale, per dileguarsi in breve tempo dopo pochi scrosci di tuono, e di pioggia. Che se dai monti della opposta valle d'*Intelvio* non si fosse sollevata una più forte tempesta, la quale fu poi seguita da impetuoso vento che dissipò quell'incantesimo, il *periodo de' temporali* da me osservato avrebbe probabilmente durato più a lungo (C.).

CIII.

RISPOSTA DEL SIG. CONTE VOLTA

AL SIG. MARZARI

PRESIDENTE DELL'ATENEO DI TREVISO

RELATIVA AI COSIDETTI PARAGRANDINI

Como li 8 Luglio 1823.

FONTI.

STAMPATE.

Gazzetta di Milano, 18 luglio 1823, N° 199.
Gazzetta di Genova, 23 luglio 1823, N° 59.
Antologia, Firenze, agosto 1823, pg. 194.
Como, Ostinelli, 1823.
Venezia, Milesi, 1823.
Monti, Storia di Como, Vol. 4, 1829-32.
Tipaldo, Biografia, Vol. 9, 1846, pg. 268.
Gazzetta di Milano, 29 luglio 1823
N° 210.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **E 65 bis**; N 86; F 92.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da E 65, ove il titolo venne posto dalla stessa mano che ebbe a redigere il testo della lettera.

DATA: in E 65 leggesi: « 8 luglio 1823 »; mentre le fonti stampate attribuiscono a questa lettera la data « 9 luglio 1823 ».

E 65 bis: è una lettera, in data « *Como li 8 Luglio 1823* », colla quale il V. risponde al Conte Giuseppe Marzari-Pencati, che lo aveva interpellato sull'argomento dei paragrandini: in questa lettera è autografa solamente la firma.

Gazzetta di Milano 1823, N° 210: è la lettera del V., in data 26 luglio 1823, che seguì alla pubblicazione della lettera sui paragrindini nel N° 199 della Gazzetta di Milano di quello stesso mese: in questa lettera, del 26 luglio, il V. dichiara che « *il dovuto riscontro al foglio dell'egregio Sig. Marzari non era punto destinato all'impressione* ». Si dà, in nota, questa lettera, interessante in quanto è l'ultima pubblicazione fatta dal V. stesso.

F 92: è una lettera, in data « *Treviso 2 Sett. 1823* », colla quale il Marzari risponde al V., esprimendogli il suo compiacimento nel trovare, nella risposta avuta, la conferma delle sue idee.

N 86: è una lettera dell'Antinori al V., in data « *Firenze 27 Luglio 1823* », dalla quale risulta che l'Antinori aveva preso visione della lettera del V., riguardante i paragrindini, sulla Gazzetta di Genova, ove era stata pubblicata lo stesso mese di luglio.

Cart. Volt. E 65 bis.

Stimatissimo Signore

Ho ricevuto il pregiatissimo di Lei foglio, e la ringrazio delle lusinghiere espressioni colle quali mi onora. Riguardo alla quistione, di cui mi ricerca, relativa ai paragrindini, io le dirò, che non mi sono occupato di essi, perchè l'avanzata mia età richiede non interrotto riposo. Convengo però pienamente nella di Lei opinione di rigettare i paragrindini del farmacista LAPOSTOLLE, il quale accorda alla paglia un potere, che non ha. Per rispetto a quelli THOLARD, quanto allo scopo di tutelare i campi, non mi sembra che vi sia una essenziale differenza dai primi, in altro non variando da essi, che nell'aver una punta metallica invece di quella di legno proposta dallo stesso LAPOSTOLLE, e nel mezzo alla corda di paglia alcuni fili di lino crudo, conduttore imperfettissimo. Ove s'obbiettasse che la punta metallica attrae l'elettrico accumulato nelle nubi, e quindi lo scarica nel suolo per mezzo della corda di paglia, risponderei, che il fluido elettrico delle nubi è in troppa distanza per provare attrazione sensibile, la quale poi potrebb'essere efficace allora soltanto che alla punta fosse unito un buon conduttore metallico terminante nel suolo, e non imperfettissimo di paglia e di lino. Da questi brevi cenni parmi poter conchiudere che nessun sensibile vantaggio arrecar ponno i paragrindini di THOLARD, o certamente minore di quello che danno le piante verdi: ed in ogni caso si dovrebbero di gran lunga preferire i metallici, come Ella ottimamente pensa: sebbene anche da questi ultimi ben poca influenza sulle nubi si possa sperare, specialmente innalzandoli in pianura, attesa la gran distanza dalla terra alle nubi stesse, distanza che da questi conduttori di poche braccia non è sensibilmente diminuita.

La prego di scusarmi, se le ho esposto francamente l'opinione mia, e di credermi quale mi pregio di essere

Como, li 8 luglio 1823

Umiliss.º Divotiss.º Ser.º
ALESSANDRO VOLTA [1].

[1] La pubblicazione di questa lettera nella *Gazzetta di Milano* (1823, N.º 199) indusse il V. a scrivere all'estensore della gazzetta stessa, la seguente dichiarazione in data 26 luglio 1823.

[Nota della Comm.].

Gazzetta di Milano 1823, N.º 210.

Sig. Estensore,

Ho veduto con sorpresa nell'*Appendice della Gazzetta di Milano* n.º 199 una lettera, in proposito di paragrindini, da me diretta al sig. MARZARI presidente dell'Ateneo di Treviso. Tratto ella naturalmente in abbaglio dal saper quella lettera stampata a Como, ha creduto che tale pubblicazione avesse il mio assenso, ed ha colto l'opportunità di attribuire gentilmente soverchio peso alle mie opinioni. Ma il dovuto riscontro al foglio dell'Egregio Sig. MARZARI non era punto destinato all'impressione, non volendo io uscir in campo nell'attuale disputa sui paragrindini con una brevissima lettera che, per mia indisposizione, non fu neanche da me composta, ma nel suo insieme soltanto assentita. L'arbitraria pubblicazione in Como di quello scritto mi riuscirebbe difficile di concepire, se provato non avessi altra volta il dispiacere di veder data alla luce una bizzarra operetta senza mia saputa a me intitolata.

Mentre la ringrazio, sig. estensore, della favorevole prevenzione a mio riguardo, che dal di lei articolo traspare, pregola a sollecitamente inserire questa mia nella letteraria appendice della di lei *Gazzetta*, e passo a sottoscrivermi con tutta la stima

Como, il 26 Luglio 1823.

Divot.º obblig.º servitore
C. ALESSANDRO VOLTA.

INDICE DEI NOMI

- Achard, 256.
Adams, 76, 135, 138, 254, 363.
Amoretti Carlo, 416.
Antinori, 506.
- Balbo, 12.
Barberet, 304.
Beccaria, 9, 11, 12, 23, 24, 40, 82, 86, 87,
138, 408, 475, 476, 478, 479, 480, 481, 482.
Bellani Angelo, 421, 493.
Bellisoni, 362.
Bennet, 76, 112, 135, 136, 137, 138, 140,
254, 255, 311, 319, 321.
Bergmann, 224, 344, 352, 353, 354, 485,
488.
Bertholon, 147, 165, 407, 408, 474, 481, 482.
Black, 307.
Blayden, 22, 23.
Bondioli, 471.
Bosscha, 229, 231, 281, 307.
Bouguer, 285, 343.
Brand, 383.
Brugnatelli, 307, 351, 376, 383, 389, 390,
424, 474, 495.
Brugnatelli Eugenio, 494.
Brugnatelli Luigi, 494.
Buttini, 51.
- Canonica, 13.
Carla (vedasi Du Carla).
Cavallo Tiberio, 33, 34, 35, 57, 64, 74, 75,
85, 88, 90, 118, 124, 138, 152, 162, 182,
232, 254, 311, 318, 319, 363, 364, 381,
385, 434, 474.
Cavina, 21.
Changeux, 201.
Chladni, 486, 488, 490.
Configliachi, ix, 192, 493, 494, 497.
Conti, 23.
Corti, 15.
Coulomb, 78, 363.
Crelle, 390.
- Darcet, 285.
D'Arcy, 54.
Dassi, 64, 158.
De la Lande, 13, 15, 16.
Delaunay, 421.
Deluc, 51, 52, 53, 76, 180, 182, 183, 184,
201, 208, 220, 286, 287, 288, 290, 291,
292, 300, 302, 305, 324, 326, 327, 343,
362, 379, 385, 424, 426, 427, 438, 444, 501.
Dolomieu, 51.
Dossi (vedasi Dassi).
Du Carla, 222, 224.
Dutens L., 168.
- Epino, 82, 289.
Erode, 169.
Eulero, 287.
- Fahrenheit, 378.
Fontana, 364.
Forster, 224.

- Franklin, 24, 82, 86, 131, 222, 381, 394, 395, 400, 482.
- Gardini, 147, 474.
- Gattoni Giulio Cesare, 118.
- Gmelin, 23.
- Grassi Francesco, v.
- Gruner, 285.
- Guaita, 235.
- Gueneau di Montbeillard, 304.
- Hallé, 79.
- Hagren, 254.
- Hell, 245, 428.
- Henley, 33, 37, 50, 51, 87, 162, 312, 381.
- Herbert, 245, 429.
- Herschel, 485, 489.
- Ingen-Housz, 147.
- Kircher, 21.
- Kirwan, 179, 263, 287, 289, 343, 367, 390.
- Kraijenhoff, 475.
- Kunkel, 17.
- La Grange, 490.
- Lambert, 489.
- La Metherie, 352, 490.
- Landriani, 136, 234, 364.
- Lane, 54.
- La Place, 489, 490.
- Lapostolle, 507.
- Lavoisier, 179, 355.
- Lemery, 409.
- Le Roy, 13, 54.
- Lestevenon, 231.
- Lichtenberg G. C., ix, 27, 29, 30, 31, 32, 73, 109, 133, 134, 136, 139, 163, 164, 169, 171, 172, 173, 191, 237, 239, 241, 251, 269, 281, 423, 495,
- Lorgna, 309, 311.
- Loria Gino, v.
- Lowitz, 390.
- Macquer, 352.
- Magrini Luigi, 189, 359, 375.
- Mairan, 352, 355.
- Mahon, 78.
- Manini, 421, 493.
- Marzari-Pencati Giuseppe, 505, 506, 508.
- Maskelyne, 485, 488.
- Massardi Francesco, v, ix.
- Michealis, 169.
- Milesi, 505.
- Monnier, 86.
- Montanari, 12.
- Monti, 505.
- Monterchio, 15.
- Morveau, 304, 306.
- Moscato, 136, 364.
- Motta Giacinto, v.
- Nollet, 395.
- Olbers, 489, 490.
- Oriani, 490.
- Ostinelli, 505.
- Paets van Troostwijk, 475.
- Pfiffer, 285.
- Piazzzi, 489.
- Pictet, 136, 241, 341.
- Plinio, 415.
- Pochettino Alfredo, v.
- Poda, 245, 429.
- Poleni, 367.
- Presciani, 198, 276.
- Priestley, 82, 352, 390.
- Pringle, 13.
- Ramsdem, 379.
- Re, 363.
- Reaumur, 178, 206, 256, 288, 292, 355, 378, 380.
- Reimarus, 391, 398, 399, 466, 467, 468, 469, 470.
- Ricati, 167.
- Riccioli, 343.
- Ronaine, 87, 162.
- Rozier, 55, 78, 137, 304.
- Salomone, 169.
- Saussure, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 41, 45, 57, 58, 74, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 111, 118, 122, 125, 134, 136, 137, 138, 139, 147, 153, 154, 162, 178, 179, 180, 181,

-
- 182, 183, 186, 201, 220, 241, 247, 263,
 275, 285, 286, 287, 290, 291, 293, 295,
 297, 298, 311, 319, 322, 323, 324, 325,
 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333,
 341, 344, 362, 379, 384, 385, 389, 390,
 415, 419, 427, 434, 474, 501.
- Schaefer, 29.
 Scherillo Michele, v.
 Scopoli, 352.
 Senebier, 352.
 Soldani, 486.
 Somigliana Carlo, v, 413.
- Teyler, 53.
 Tholard, 507.
 Tipaldo, 505.
 Toaldo, 367.
 Torriceni Francesco, 463, 465.
- Tralles, 75, 193, 195, 197, 216, 218, 234,
 241, 244, 246, 249, 253, 266, 271, 276.
- Van Swinden, 234, 363.
 Van Berchem, 353, 389.
 Van Marum, 54, 74, 136, 229, 231, 281,
 307.
 Vassalli, 7, 13, 134, 148, 309.
 Vaucher, 413.
 Veneziani, 364.
 Volta Alessandro junior, 231.
 Volta Luigi, v.
 Volta Zanino, 231, 413.
 Volterra Vito, v.
- Wilke, 307.
- Zimmermann, 76.
-

